



Универзитет у Новом Саду
Технолошки факултет
Катедра за технологије конзервисане хране



Докторска дисертација

Развој и вредновање
сензорских и инструменталних метода
за оцјену текстурних својстава тјестенине

Кандидат:
Мр Младенка Песторић

Нови Сад, 2011. године

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска публикација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада: ВР	Докторска дисертација
Аутор: АУ	Мр Младенка Песторић, дипл.инж.
Ментор/коментор: МН	Др Вјера Прибиш, редовни професор/Др Јасна Мастиловић виши научни сарадник
Наслов рада: НР	Развој и вредновање сензорских и инструменталних метода за оцјену текстурних својстава тјестенине
Језик публикације: ЈП	Српски, ћирилица
Језик извода: ЈИ	Српски, енглески
Земља публикавања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје: УГП	АП Војводина
Година: ГО	2011.
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса: МА	21000 НОВИ САД, Булевар цара Лазара 1
Физички опис рада: ФО	7 поглавља, 165 страница, 100 слика, 44 табела, 260 литературна навода
Научна област: НО	Прехрамбене-биотехнолошке науке
Научна дисциплина: НД	Технологије угљенохидратне хране, Сензорска анализа хране
Предметна одредница/ кључне речи: ПО	Сензорска анализа, текстурна својства, инструментални методи, шпагета

УДК

**Чува се:
ЧУ**

Библиотека Технолошког факултета у Новом Саду
21000 НОВИ САД, Булевар цара Лазара 1

**Важна напомена:
ВН**

нема

**Извод/апстракт:
ИА**

Сензорска анализа представља јединствено средство за праћење органолептичких својстава хране уз примјену људских чула, јер је најближа потрошачкој оцјени и уједно веома поуздан тест у пружању свеобухватне оцјене квалитета прехранбеног производа. Она представља најважнију референцу наспрам резултата добијених хемијским или инструменталним методима и њиховим поређењем омогућује прихватање, одабир или побољшање било којег другог метода.

Имајући у виду сву комплексност текстурних својстава тјестенине, као и важност објективизације појединих њених сегмената у циљу задовољења тржишта, праћења производње и задовољења важећих одредби правилника и прописа, у овом раду спроведена је објективна сензорска оцјена одабраних текстурних својстава тјестенине, као и њихова оцјена примјеном инструменталних метода.

Испитивања су спроведена на комерцијалним узорцима сушене тјестенине облика шпегете, поријеклом од домаћих и страних произвођача, најчешће присутних у већим тржним центрима наше земље. Поред анализе хемијског састава и својстава при кувању, на формираном сету узорака шпегета спроведена су испитивања одабраних текстурних својстава сушених и куваних облика примјеном сензорске оцјене и инструменталних одређивања.

Упркос добрим слагањима резултата добијених инструменталних одређивањим и сензорском оцјеном од стране панела одабраних оцјењивача, дошло се до закључка да поједини инструментални методи могу наћи добру примјену у предикцији објективне сензорске оцјене појединих текстурних својстава и тиме допринијети побољшању квалитета тјестенине облика шпегета током технолошког процеса производње, али да не могу безрезервно бити прихваћени као алтернатива објективној сензорској оцјени у предикцији потрошачке прихватљивости овог прехранбеног производа на тржишту.

Датум прихватања теме:

03. децембар 2009. године

**Датум одбране:
ДО**

**Чланови комисије (научни степен, име и презиме, факултет):
КО**

1. Проф. др Вјера Прибиш, редовни професор, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, Нови Сад
 2. Др Јасна Мاستиловић, виши научни сарадник, Универзитет у Новом Саду, Институт за прехранбене технологије, Нови Сад
 3. Др Мирјана Демин, доцент, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Београд-Земун
-

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monographic publication

DT

Type of record:

Textual material, printed

TR

Contents code:

PhD thesis

CC

Author:

Mladenka Pestorić, MSc

AU

Mentor/comentor:

Vjera Pribiš, PhD, Full Professor/Jasna Mastilović, PhD,
Senior Research Associate

MN

Title:

TI

Language of text:

Serbian

LT

Language of abstract:

Serbian/English

LA

Country of publication:

Republic of Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2011

PY

Publisher:

author reprint

PB

Publication place:

21000 NOVI SAD, Bulevar cara Lazara 1

PL

Physical description:

7 chapters, 169 pages, 100 figures, 44 tables, 260 references

PD

Scientific field:

Food and biotechnology science

SF

Scientific discipline:

Carbohydrate Food Technology, Sensory evaluation of
food

SD

Subject/key words:

Sensory evaluation, texture properties, instrumental
methods, spaghetti

SKW

UC

Holding data:

Library of Faculty of Technology, Novi Sad
21000 NOVI SAD, Serbia, Bulevar cara Lazara 1

HD

Note:

None

N

Abstract:

Sensory analysis represents the unique tool for determination of organoleptic properties of food using human senses, because it is highly correlated with the consumers' opinion. At the same time it is very reliable test for obtaining the comprehensive evaluation of foodstuffs quality. Moreover, the sensory analysis is the most important reference versus the results of chemical or instrumental methods, and their comparison enables adoption of any other method used for determination of sensory properties.

Bearing in mind the complexity of the textural properties of pasta and the significance of objectivity of its methodology, this thesis conducted the objective evaluation of selected sensory textural properties of pasta and their evaluation by the instrumental methods as well.

Nine commercial spaghetti samples produced by foreign and domestic producers were chosen for the study. The selected textural properties of dry and cooked spaghetti determined by sensory and instrumental methods comprised shape.

The obtain results showed that applied instrumental methods provided reliable prediction of the objective sensory evaluation of certain spaghetti textural properties. Thus, their use may contribute to the improvement of spaghetti quality during production process. Despite the good agreement between the results obtained by instrumental and sensory methods, the instrumental methods could not be unconditionally accepted as the alternative to sensory evaluation in predicting consumers' acceptance of spaghetti on the market.

AB

Accepted by the Scientific Board

3rd December 2009

on:

ASB

Defended on:

DE

Thesis defend board (Degree/name/surname/faculty):

DB

1. Vjera Pribiš, PhD, full professor, University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad
 2. Jasna Mastilović, PhD, senior research associate, University of Novi Sad, Institute for Food Technology, Novi Sad
 3. Mirjana Demin, PhD, assistant professor, University of Beograd, Faculty of Agriculture, Beograd-Zemun
-

1. УВОД	1
2. ЦИЉ РАДА	4
3. ТЕОРИЈСКИ ДИО	5
3.1. ТЕКСТУРА И КВАЛИТЕТ ХРАНЕ	5
3.1.1. Значај текстуре	8
3.1.2. Текстура и реологија	9
3.1.3. Дефиниције и терминологија	10
3.1.3.1. Дефиниције текстуре	11
3.1.3.2. Ријечник текстуре	13
3.1.4. Сензорска перцепција текстурних својстава	16
3.1.4.1. Процеси који се дешавају приликом дезинтеграције хране у устима	18
3.1.4.2. Други начини опажаја текстурних својстава	20
3.1.4.2.1. Рука	21
3.1.4.2.2. Чуло вида	21
3.1.4.2.3. Чуло слуха	21
3.2. МЕТОДИ ОДРЕЂИВАЊА ТЕКСТУРНИХ СВОЈСТАВА	21
3.2.1. Сензорски методи мјерења текстурних својстава	22
3.2.1.1. Профил текстуре	22
3.2.1.2. Сложеност текстурних својстава	25
3.2.2. Принципи објективног мерења текстурних својстава	26
3.2.3. Инструментални методи који укључују деформацију узорка	26
3.2.3.1. Фундаментални тестови	27
3.2.3.2. Емпиријски тестови	27
3.2.3.3. Имаитативни тестови	28
3.2.3.3.1. Анализа профила текстуре (<i>TPA–Texture Profile Analysis</i>)	28
3.2.4. Инструменти за мјерење силе	29
3.2.4.1. Тест пробијања/пенетрације	30
3.2.4.2. Тест екструдирања/истискивања	31
3.2.4.3. Тест сјечења/расјецања	33
3.2.4.4. Тест компресије/сабијања	33
3.2.4.5. Тест растегљивости/истезања	34
3.2.4.6. Тест ломљења/савијања	35
3.3. КВАЛИТЕТ ТЈЕСТЕНИНЕ	35
3.3.1. Чиниоци који утичу на текстурна својства тјестенине	37
3.3.1.1. Утицај основне сировине	37
3.3.1.2. Утицај градивних састојака основне сировине	41
3.3.1.3. Утицај процеса производње	43
3.3.1.4. Утицај појединих додатака	45
3.4. ОДРЕЂИВАЊЕ ТЕКСТУРНИХ СВОЈСТАВА ТЈЕСТЕНИНЕ	46
3.4.1. Дефиниције текстурних својстава тјестенине	46
3.4.2. Сензорски методи оцјене	47

3.4.2.1. Метод бодовања	48
3.4.2.1.1. Метод бодовања по <i>Schneeweiss-Milatović-у</i>	48
3.4.2.1.2. Метод бодовања на Новосадском сајму	49
3.4.3. Инструментални методи оцјене	50
4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДИО	56
4.1. МАТЕРИЈАЛ	56
4.1.1. Узорци шпагета	56
4.1.1.1. Хемијски састав узорака	57
4.1.1.2. Својства узорака приликом кувања	57
4.2. МЕТОДИ	58
4.2.1. Сензорска оцјена одабараних оцјењивача	58
4.2.1.1. Формирање панела: одабир, обука и праћење оцјењивача	59
4.2.1.1.1. Одабир кандидата	59
4.2.1.1.2. Обука кандидата	59
4.2.1.1.3. Провјера кандидата	60
4.2.1.1.4. Тренинг и праћење оцјењивача	61
4.2.1.2. Метод бодовања	61
4.2.1.3. Метод скале	62
4.2.1.4. Метод оцјене укупног утиска	62
4.2.2. Сензорска оцјена потрошача	62
4.2.2.1. Метод рангирања	62
4.2.3. Припрема и презентација узорака	62
4.2.3.1. Дистрибуција узорка	63
4.2.4. Инструментална одређивања	63
4.2.4.1. Одређивање на <i>Инстрону – модел 4301</i>	64
4.2.4.1.1. Тест одређивања ломљивости/еластичности на <i>Инстрону -4301</i>	64
4.2.4.1.2. Тест одређивања растегљивости на <i>Инстрону -4301</i>	64
4.2.4.1.3. Тест одређивања чврстоће на <i>Инстрону-4301</i>	65
4.2.4.1.4. Тест одређивања љепивости на <i>Инстрону-4301</i>	66
4.2.4.1.5. Припрема куваних узорака шпагета за одређивања на <i>Инстрону-4301</i>	68
4.2.4.2. Одређивања на <i>ТА.ХТ^{Plus}-у</i> – анализатору текстуре	68
4.2.4.2.1. Тест одређивања ломљивости/еластичности на <i>ТА.ХТ^{Plus}-у</i>	68
4.2.4.2.2. Тест одређивања растегљивости на <i>ТА.ХТ^{Plus}-у</i>	69
4.2.4.2.3. Тест одређивања чврстоће на <i>ТА.ХТ^{Plus}-у</i>	70
4.2.4.2.4. Тест одређивања чврстоће на <i>ТА.ХТ^{Plus}-у</i> уз примјену цилиндричне сонде (P36)	72
4.2.4.2.5. Тест одређивања чврстоће на <i>ТА.ХТ^{Plus}-у</i> уз примјену наставка <i>Volodkevich Bite Jaws</i>	73

4.2.4.2.6. Тест одређивања љепљивости <i>ТА.ХТ^{Plus}-у</i>	74
4.2.4.2.7. Припрема куваних узорака за одређивања на <i>ТА.ХТ^{Plus}-у</i>	75
4.2.5. План експеримента и статистичка обрада података	75
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА	77
5.1. РЕЗУЛТАТИ ОДРЕЂИВАЊА ТЕКСТУРНИХ СВОЈСТАВА СУШЕНИХ ШПАГЕТА	77
5.1.1. Анализа резултата оцјене панела и инструменталних одређивања	78
5.1.1.1. Упоредна оцјена показатеља сензорских и инструменталних одређивања	85
5.1.2. Повезаност сензорских и инструменталних одређивања	87
5.1.3. Анализа главних компоненти (<i>РСА</i>)	90
5.2. РЕЗУЛТАТИ ОДРЕЂИВАЊА ТЕКСТУРНИХ СВОЈСТАВА КУВАНИХ ШПАГЕТА	100
5.2.1. Анализа резултата оцјене панела и инструменталних одређивања	100
5.2.1.1. Упоредна оцјена показатеља сензорских и инструменталних одређивања	114
5.2.2. Повезаност сензорских и инструменталних одређивања	118
5.2.3. Анализа главних компоненти (<i>РСА</i>)	122
5.3. АНАЛИЗА ПОЗИЦИЈА УЗОРАКА У РАНГУ (<i>ANOVA</i>) И <i>РС</i> ДИЈАГРАМУ (<i>РСА</i>) У ОДНОСУ НА ОДРЕЂЕНА ТЕКСТУРНА СВОЈСТВА	133
6. ЗАКЉУЧЦИ	144
7. ЛИТЕРАТУРА	150

1. УВОД

Сензорска анализа је јединствена снага праћења органолептичких својстава хране уз примјену људских чула као мјерних инструмената. Као таква, она је најближа потрошачкој оцјени и представља један од најпоузданијих поступака у оцјени свеобухватних својстава прехранбеног производа. Значај сензорске оцјене је вишеструк, првенствено са становишта описа сензорских својстава прехранбеног производа, затим побољшање квалитета производа током процеса производње, као и поређења производа у односу на конкуренстке и самим тим његовог прихватање од стране потрошача. Досадашња истраживања на пољу перцепције својстава хране показала су да је она под утицајем великог броја појединачних фактора, који укључују интеракције сензорских својстава са психологијом потрошача, њиховим искуствима, навикама и потребама. Међу побројаним чиниоцима, очекивања потрошача у погледу допадљивости хране играју најважнију улогу, јер могу довести до побољшане или депримирајуће перцепције, чак и прије него што је потрошач ту храну и окусио.

Поред изгледа и ароме, текстура хране свакако игра значајну улогу у њеној прихватљивости од стране потрошача. Треба истаћи да текстура представља комплексан појам одговарајуће групе својстава хране и означава егзактно физичко и доживљено задовољство. Односно, текстура хране представља групу физичких карактеристика, која:

- проистичу из структурних елемената хране,
- се односе на деформацију, дезинтеграцију и проток хране под дејством силе,
- се првенствено одређују кроз чулну перцепцију (визуелну, звучну тактилну и кинестетску), али која могу бити одређена и инструментално, у функцији масе, времена и растојања.

Постоји огроман број својстава прехранбених производа, који условљава непостојање само једна „исправне“ или „праве“ текстуре, већ читаве палета својстава која се захтијевају од стране потрошача. Међутим, „права“ текстурна својства увијек се очекује код одређене врсте хране, како би се она посматрале као производи високог квалитета. Разноликост жељених текстурних својстава произилази из комплексног човјечијег апарат за жвакање. Перцепција хране у устима означена је као комбинација свјесних и несвјесних процеса. Свјесност почиње да буде значајна у тренутку када су, на основу визуелних посматрања, очекивања у погледу текстуре задовољена. Ипак, највећи број информација о текстурним својствима хране добијају се током њеног конзумирања. Јављање физичког осјећаја хране у устима (тврдо, меко, хрскаво, нежно, итд.) даје основу потрошачу за дефинисање неких квалитетних својстава: свјеже, бајато, зрело, љепљиво, итд., уз ефекат задовољења суптилног осјећаја током конзумирања.

Видимо да је квалитет хране са становишта текстурних својстава прилично комплексан и да у већини случајева може бити окарактерисан искључиво кроз чулну перцепцију. Дефинисање сензорског квалитета од стране потрошача одраз је доживљеног задовољства и самим тим представља субјективан приступ квалитету, који у већини случаја и не осликава његово стварно стање. Како би се стекао јединствени сензорски утисак, ефикасна сензорска контрола,

поред субјективног мишљења потрошача, свакако мора имати и формирану објективну сензорску оцјену. У том случају, објективност сензорског поступка постиже се извођењем оцјене под дефинисаним условима, уз примјену одговарајућих сензорских и статистичких метода, као и панела одабраних (стручњака /или специјализованих стручњака), утренираних и провјерених оцјењивача. Међутим, поред задовољења свих елемената са којима се остварује неопходна објективност сензорског поступка, а који су при том прилично временски и финансијски захтјевни, јављају се потешкоће у немогућности стандардизације сензорског метода, као и разлике у сензорским дефиницијама појединих текстурних својстава, које доводе до немогућности поређења резултата између појединих панела. Будући да су објективни инструментални поступци, једноставни, брзи, тачни и репродуктивни, велики број инструмената све више се примјењује у обезбјеђењу оптималних текстурних својстава прехранбених производа. Оно што треба имати на уму, односи се на чињеницу да инструментални поступак увијек одређују изоловане аналитичке параметре, док се сензорским поступком већина текстурних својстава често приказују кроз свеукупни (здружени) утисак. Из тих разлога, не-сензорске технике треба посматрати искључиво у правцу обезбјеђења могућности предвиђања сензорских својстава.

На пољу текстуре развијени су неки општи принципи, који су довели до тога да се на текстуру не гледа само као на оштећење неког прехранбеног производа, већ и као позитивно квалитетно својство, које осликава свјежину, изврност технолошког процеса производње или припреме јела, а прије свега као својство које највише доприноси уживању током његовог конзумирања. У савременим друштвима, велики нагласак ставља се на однос између здравља, начина живота и исхране. Потрошачи су све више свјесни оног шта једу, тако да су се тјестенина и јела на бази тјестенине уврстила као значајни и чести оброци у многим дијетама и у већини кухиња широм свијета, једнако конзумирани од стране макробиотичара, вегетаријанаца, као и сладокусаца. Додајући овоме чињеницу да тјестенина представља оброк за сва годишња доба, јер је производ који се може дуго временски складиштити, као и чињеницу да омогућује једноставане и бројне начине припреме, њена важност постала је готово једнака важности хљеба. Узимајући у обзир чињеницу да се тјестенина ријетко једе сама и да се значајно мијења током кувања (у већини случајева око 20% њене почетне енергетске материје испере се кључалом водом заједно са минералним солима, аминокиселинама и витаминима), тјестенину треба посматрати као полуготов производ, који се са нутритивне тачке гледишта увијек приказује као лакосварљив оброк, високоенергетске вриједности која углавном потиче од угљених хидрата, задовољавајуће протеинске вриједности, без конзерванса, адитива, као и других материја штетних по људско здравље.

Међутим, треба имати на уму да, без обзира на постојање свјести о нутритивним и здравственим аспектима тјестенине, потрошачи овај прехранбени производ неће тек тако уврстити у своју исхрану, уколико тјестенина нема одговарајући изглед, боју, а прије свега одговарајућа текстурна својства, која играју једну од најзначајнијих улога у одређивању њене коначне прихватљивости. Тектурна својства тјестенине директно су повезана са:

- визуелним утисцима у тренутку куповине;

- одрживошћу производа током кувања у домаћинству, која се разматра као капацитет производа да задржи добра текстурна својства након кување и не постане љепљива густа маса.

Видимо да су изглед и понашање тјестенине током кувања два најзначајнија фактора у оцјени њеног квалитета, од којих су са становишта текстурних својстава, најзначајнији:

- површинска текстура сушених облика (испуцалост и површинска глаткоћа);
- чврстоћа и савитљивост појединих сушених облика тјестенине;
- осјећаји које кувана тјестенина даје посматрањем и током конзумирања;
- стање површине, или степен распадања куваног производа, односно, степен до којег су нити тјестенине међусобно слијепљене.

Да би се квалитет тјестенине са становишта текстурних својстава одржао, потребно га је дефинисати и контролисати. Нека својства веома је лако контролисати, а нека није, због непостојања одговарајућих метода, као и због релативно малих варирања појединих својстава (нпр. чврстоћа и љепљивост тјестенине), чије се разлике лако могу примијетити једино када се узорци налазе у групи или у низу. Како је текстура првенствено сензорско својство, долазимо до закључка да се најтананија текстурна својства тјестенине могу окарактерисати једино кроз чулну перцепцију. Имајући у виду чињеницу да се примјеном инструмената мјере физичке особине, а не сензорска својства, употреба инструменталних поступака у одређивању текстурних својстава тјестенине захтјева прије свега установљење параметара са којима се могу повезати инструментална и сензорска испитивања. То значи, да један инструментални поступак мора испољити високу корелацију са сензорском оцјеном, као и могућност распознавања (раздвајања) узорака са малим квалитетним разликама у погледу текстурних својстава.

Резултати добијени у оквиру спроведених истраживања, као и закључци који из њих произилазе, представљају окосницу ове дисертације, усмјерене на сагледавању могућности испитивања појединих текстурних својстава тјестенине и сагласност сензорских утисака са објективним мјерилима, као и могућности да се из резултата добију подаци о најмјеродавнијим мјерилима. Односно, усмјерене ка сагледавању могућност примјене брзих, једноставних инструменталних мјерења на основу којих се може предвидјети сензорска оцјена, а све у циљу добијања тјестенине жељених текстурних својстава.

2. ЦИЉ РАДА

Имајући у виду сву комплексност текстурних својстава тјестенине, као и важност објективизације појединих њених сегмената у циљу задовољења тржишта, праћења производње и задовољења важећих одредби правилника и прописа, одлучено је да се у овом раду спроведе објективна сензорска оцјена одабраних текстурних својстава тјестенине, као и њихова оцјена примјеном инструменталних метода. Тачније, циљ ове докторске дисертације је да се:

- обезбједи максимално објективна оцјена свих аспеката текстурних својстава сушене и куване тјестенине за серију узорака тјестенине облика шпагете, која репрезентативно представља распон квалитета тјестенине присутне на тржишту Србије;
- развију и тестирају инструментални методи погодни за мјерење сагледаних аспеката текстурних својстава сушене и куване тјестенине;
- уз примјену савременог статистички заснованог приступа процјени повезаност објективне сензорске оцјене појединих аспеката текстуре и развијених инструменталних мјерења и процјени могућност примјене појединих инструменталних метода у прогнози сензорске оцјене текстурних својстава тјестенине;
- процјени повезаност аспеката текстурних својстава сушене и куване тјестенине, утврђених сензорским и инструменталним методима са преференцијом визуелно заснованог избора тјестенине од стране потрошача.

3. Теоријски дио

3.1. ТЕКСТУРА И КВАЛИТЕТ ХРАНЕ

Међу најважнијим квалитетним чиниоца сваког прехранбеног производа сматрају се:

- ❖ **нутритивна својства:** макро и микро нутритијенти;
- ❖ **изглед**, који обухвата сва видљива својства производа (спољашњи геометријски облик, боју, површину, распоред градивних елемената – структуру), а опажа се уз примјену чула вида;
- ❖ **арома**, која обухвата укус (запажен у устима) и мирис (запажен преко олфакторног центра у носу), и представља реакцију рецептора у оралним и назалним шупљинама на одговарајуће хемијске подражаје;
- ❖ **текстура**, која представља примаран одговор тактилних чула на физичке подражаје настале као резултат контакта неких дјелова тијела са храном. Чуло додир је примарно везано за осјећај текстуре – *хепте утисци*, али и за осјећај покрета и позиције тијела – *кинестетски утисци*; понекад су *визуелни утисци* (осјећај испуцалости, храпавости производа), као и *аудијски*, повезани са мрвљењем, ломљењем или са грицкањем хране и представљају добру основу за процјену текстурних својстава хране (Bourne, 2002).

Последња три наведена чиниоца припадају сензорским својствима и одређују се уз директну примјену чула. У већини случајева ова својства пресудна су у одабиру хране, јер припадају елементима уживања, који се цијене и процјењују од самог рођења па до краја живота. Ранија истраживања на пољу текстуре, по квалитету и количини, нису била усклађена са истраживањима из области ароме и изгледа хране. Прва истраживања на пољу текстуре, која су укључивала конструкцију једноставних тест инструмената, биохемијска аналитичка истраживања и неке најједноставније сензорске методе, започета су крајем деветнаестог и почетком двадесетог вијека (Bourne, 2002). Ова истраживања углавном су била усмјерена на отклањању недостатака у храни, посебно код оних прехранбених производа са већим економским значајем (хљоб, месо, воће и поврће, кукуруз, итд.), док су веома мало била усмјерена на повезивања текстурних својстава у оквиру појединих прехранбених група. Као резултат свега овога, јавила се велика конфузија у начину дефинисања појма текстуре, пошто је свака група истраживача имала своју сопствену. Термини који су се односили на појам текстуре, били су слабо и непотпуно дефинисани и имали су различито значење за истраживаче, који су своја истраживања везивали искључиво за одређене прехранбене производе. Овакав приступ у истраживању задржао се све до педесетих година прошлог вијека. Захваљујући бројним публикованим радовима од стране истраживача из *The General Foods Corporations* (USA), текстура је почела да се посматра као засебно квалитетно својство, па се по многима, 1963. година сматра прекретницом у истраживањима текстуре хране. Од тада, рад на овом пољу почео је значајно да се шири и 1969. године први пут се публикује часопис *The Journal of Texture Studies*, који се бави проблематиком текстурних својстава хране. У даља истраживања на пољу текстуре укључени су: дефиниције и терминологија

везане за текстуру; сензорска оцјена, укључујући примјену профилне технике; проучавање везе између текстурних података добијених сензорским и инструменталним методама; структурна и хемијска изучавања, итд. Већина ових истраживања била је емпиријске природе и често повезана са специфичностима одређене групе производа. Међутим, временом јављао се тренд усмјерен ка прихватању фундаменталног приступа у проучавању текстуре (Brennan, 1980). Szczesniak (1990b) је дала кратак преглед оног што је по њој био главни узрок занемаривања потреба у проучавању текстуре током многих година (табела 3.1).

Табела 3.1 – Разлози занемаривања истраживања на пољу текстуре

1. Повећан број слијепих и особа са оштећеним видом условио је да се већа количина новца издвајала за медицинска истраживања, која су допринијела бољој спознаји анатомије и физиологије ока, као и перцепцији боје. С друге стране, немогућност излажења на крај са процесом жвакања различитих текстура хране, није се сматрао здравственим проблемом и ниједна национална здравствена организација није подржавала испитивања на овом пољу. Временом, повећани број особа са канцером грла, које су биле подвргнуте терапији зрачења, као и проблеми отежалог гутања одређене хране код старијих особа, довели су до другачијег става према овом квалитетном својству.
2. Текстурна својства хране обично се подразумевају и, по правилу, потрошачи не износе ставове и потребе у вези ових својстава, осим ако њихова очекивања по овом питању нису озбиљно нарушена.
3. Ријечник потрошача у описима текстуре и њених показатеља прилично је лимитиран; исказ „није доброг укуса“ често је у прошлости осликавао осиромашену арому хране, док се можда овај коментар односио на текстуру или оба квалитетна својства заједно.
4. Лоша текстурна својства хране не даје увид у то да ли је таква храна безбједна за конзумирање, као што је то случај са бојом, мирисом и аромом, већ таква својства најчешће означавају производ лошег квалитета у смислу допадљивости. Увела зелена салата, гњецав чипс, тврд, сув хљеб, указују на „кварну“ храну, више у смислу чулне перцепције, која није опасна по здравље, већ само проузрокује слабију прихватљивости.
5. Текстура се не може додати „из кесице или флаше“, за разлику од боје и ароме, који могу бити инкорпорирани у рецептуру или процесе производње прехранбеног производа, па је, самим тим, особеност текстуре условљена природом полазних сировина.

Szczesniak, 1990b; Bourne, 2002

Разјашњена везана за појам текстуре, као и развој и употреба сензорског и инструменталног профилисања текстурних својства хране, довели су до позитивних помака у мишљењу јавности о значају овог квалитетног својства. Многа истраживања споведена кроз бројне анкете потрошача, допринијела су стицању увида у потрошачке потребе спрам квалитета хране, јер се највећи проценат њихових жалби односио на свјежину, лом и мрвљење хране (Kilcast, 2004). Такође, иста истраживања показала су да је арома пресудан чинилац у прихватању хране, док је текстура пресудна у њеном неприхватању, уколико доводи до стварања негативног осјећаје током конзумирања (љепљиво, гњецаво, слузаво, тврдо, итд.) (Cardello, 1994). За разлику од ароме, опажања која се односе на одговарајућа текстулна својства и њихово прихватање резултат су несвјесног размишљања, која се очекују и подразумевају. Међутим, уколико се испоље неке неочекиване, раније споменуте не-особености, такви опажаји искључиво се биљеже као негативни (Lillford, 1991). Szczesniak и Kahn (1971) тврде да је перцепција текстури на веома подсвјесном нивоу и уколико су људи научени на текстулна својства онаква каква она треба да и буду, и уколико су она прихватљива, текстура, као својство, биће једва примјећено. У супротном, уколико није онаква каквом се очекује, она постаје озбиљан предмет критике (Mojet и Köster, 2004) (табела 3.2). Код већине

прехранбених производа текстурна својства се мијењају током складиштења у правцу осликавања лошијег квалитета (табела 3.3).

Врста приговора	Број потрошача (%)
Изломљен или смрвљен производ	51
Свјежина производа	47
Загађеност производа	28
Неадекватна газираност	23
Пренатрпан производ	16
Остало	9

Bourne, 2002

ХРАНА	ПРОМЈЕНЕ	УЗРОК
Сушена тјестенина	Повећани проценат лома	Превлажан замјес тијеста и/или неадекватно сушење, складиштење или транспорт
Хљеб, средина хљеба	Повећање чврстоће, смањење еластичности	Ретроградација скроба, миграција воде од скроба ка глутену
Хљеб, кора хљеба	Смањење хрскавости, повећање жилавости	Миграција воде из средине ка кори хљеба
Маслац и маргарин	Повећање чврстоће и зрнавост, смањење мазивости	Повећање кристала масти, промјене у кристалној форми, јачање веза у мрежној структури
Колачи	Повећање чврстоће, смањење осјећаја влажности у устима	Миграција влаге, ретроградација скроба
Зрелост сира	Повећање чврстоће и лома, смањење еластичности	Протеолитичке промјене
Чоколада	Развој зрнавости и површинске испуцалости	Промјене у кристалној форми, кристализација шећера или масти на површини
Крекери	Губитак хрскавости	Апсорпција влаге из ваздуха
Свјежина јаја	Смањење вискозитета	Губитак CO ₂ кроз љуску
Свјежина воћа	Омекшавање, увелост, губитак крцкавости и сочности	Деградација пектина, губитак влаге, нагњечења, итд.
Сушено воће	Тврдоћа	Губитак воде
Смрзнута риба	Жилавост, губитак влаге	Денатурација протеина, посебно миофибрилних
Сладолед	Повећано згрудњавање, пјесковитост	Повећана кристализација лактозе, итд.
Мајонез	Нарушавање емулзије	Кристализација масти
Свјежина меса	Повећање жилавости на почетку и смањена на крају	<i>Rigor mortis</i> , аутолиза

Szczesniak, 1997

Ово је још један од разлога зашто потрошачи инсистирају на свјежој храни, а превенција и погоршања текстурних својстава током складиштења главне су преокупације научних радника из области хране.

Данас текстура представља област истраживања са јасним принципима и почиње да се гледа, не само са аспекта оштећености хране, већ и као позитивно квалитетно својство, означавајући поред свјежине, изврстан процес производње и својство које доприноси задовољењу суптилних чула током конзумирања (*Szczesniak, 2002*).

3.1.1. Значај текстуре

Значај текстуре на крајњу прихватљивост хране варира у зависности од врсте прехранбених производа, код којих је текстура:

1. **доминантно** квалитетно својство, као што је случај са месом, чипсом корнфлексом, итд;
2. **значајно**, али не и доминантно квалитетно својство, већ је, мање или више, подједнако важна као изглед и арома производа (воће, поврће, хљеб, тјестенина, сир, колачи, итд.);
3. **занемарљиво** својство, са незнатним доприносом на крајњи квалитет (многа пића, неке врсте сосева, итд.).

Треба додати да већину текстурних својства хране треба првенствено посматрати с аспекта економског значаја. Многи процеси производње хране директно утичу на промјене у текстури, слабећи структуру полазне сировине, с циљем да се добију производи прихватљивији за процес жвакања. С нутритивне стране, конзумирање зрна житарица је оправдано, али са аспекта тврдоће, неприхватљиво за већину особа. Технолошки поступци трансформисање зрна жита у производе прихватљиве текстуре (хљеб, пециво, тјестенина) временски су захтијевни и скупи. Узимајући у обзир да се цијена пшенице на тржишту развијених земаља креће у распону од 20 до 30 центи по килограму, а да је цијена хљеба око 1евро, или неколико евра за тјестенину, може се закључити да је овакав паритет оправдан спремношћу потрошача да плате високу цијену прераде, како би добили производе жељене текстуре.

Да је текстура пресудан квалитетни показатељ у одабиру одређених врста прехранбених производа, индиректно су доказали *Schiffman и сар. (1978)*. Они су одређену групу људи, са затвореним очима, хранили одређеним врстама прехранбених производа и тражили да те производе идентификују. Узорци су били блендирани, с циље да се елиминишу трагови текстурних особености. Истраживање је било изузетно значајно у откривању чињенице да, у већем проценту, испитаници нису били у стању да препознају понуђене производе (свега 4% препознало је купус, 15% свињско месо, 22% пиринач, итд). До сличних запажања дошли су *Schutz и Wahl (1981)*, прикупљајући резултате бодовања путем имејла, од групе људи из Америке (Сакраменто и Калифорнија), за изглед, арому и текстуру, на скали од 1 до 10, за 94 прехранбена производа. Добијени резултати показали су да је значајност, исказана бројем бодова, за изглед износила 2,57, за арому 4,92 и 2,51 бода за текстуру, што би могло навести на закључак да је текстура скоро двапут мање значајно квалитетно својство од ароме. Међутим, уколико се узме у обзир да се бодови за арому могу еквивалентно подијелити на мирис и укус, тада је однос фактора значајности подједнак.

Поред примарне улоге коју текстура има на потрошачку прихватљивост, веома је значајан и њен секундарни ефекат који се односи на интерактивна улога у процесу ослобађања ароме. Да би неке компоненте ароме биле опажене, оне морају бити ослобођене из одговарајућих матрикса хране. Ово ослобађање

директно је повезано са начином и брзином деформисања хране током процеса жвакања. Осим овог, структурне компоненте хране, специфичних текстурних својстава, веома утичу на изгледа неких прехранбених производа (глатка и сјајна површина сушене тјестенине) (*Kilcast, 2004*).

Szczesniak (1971) је уочила значајну повезаност текстурних својстава хране и дневних obroka. На основу својих истраживања потврдила је чињеницу да је већина људи, када је у питању јутарњи оброк, наклоњена асортиману производа који лакше ослобађају влагу у устима и смањују сувоћу након спавања. Такође, уочила је да се спремност људи, да прихвате одговарајући асортиман текстурних својстава хране, обично јавља са дневним obroком, који захтијева краће вријеме припреме и конзумирања. Надаље, у већини развијених земаља Европе текстура је квалитетно својство, које највише добија на значају током вечерњег obroka, јер омогућује извјесну дозу релаксације – уживања. Предјело се доживљава као припрема за главно јело, у којем фигурирају разни текстурни облици хране, укључујући и оне који захтијевају велику енергију жвакања. Зависно од културе исхране, велик асортиман текстурних својстава пожељан је током главног јела. Захтјеви у погледу текстурних својстава посланице су усмјерени ка незнатној енергији жвакања, која на тај начин омогућује враћање језик и вилице у фазу опуштања (мека, кремаста, сунђераста текстура).

Значајност текстуре треба посматрати и са аспекта здравља људи. *Szczesniak (1972)* је проучавала навике дјете и тинејџера и открила њихову наклоност ка „мекшој текстури“, условљеној ограниченим развојем уста и зуба. Како се њихова структура развија, јављају се и префињеније потреба ка одређеној текстури хране. Претходно споменути проблеми отежалог гутања одређене врсте хране од стране старијих особа, као и особа обољелих од канцера грла, довели су до другачијег става према овом квалитетном својству. Индустијски развијене земље све више улажу напор у прихватању нискокалоричне хране, како би ублажиле појаву претјеране гојазности. Задржавање задовољавајућих текстурних својстава нискокалоричне хране, уз истовремено смањење или елиминацију масноћа и шећера, представља додатни технолошки проблем. Храна која обезбјеђује дуготрајан осјећај ситости и смањује укупну енергетску вриједност, у већини случајева влакнасте је грађе и релативно тешка за жвакање и гутање (*Holt, 1999*). Треба напоменути да су *Onazuka и сар. (1999; 2000)* током својих истраживања евидентирали да, процес продуженог жвакања жилавије хране, стимулише мозак и помаже бољем одржавању памћења. Иако су ова истраживања спороведена на мишевима, рад ових аутора пружа простора да се истраживања споведу код старијих особа и испита утицај продуженог процеса жвакања на смањење појаве деменције.

3.1.2. Текстура и реологија

Реологије као наука проучава проблеме везане за деформацију и протикање материје, односно, међупроизвода и финалних производа индустрије хране, док *психофизика* проучава односе између мјерљивих стимула и одговарајућих одговора на те стимуле. Код тумачења *психореологију* постоје два става (дефиниције):

- *први* се може подвести под научну дефиницију, који *психореологију* дефинише као грану *психофизике*, која се бави сензорском перцепцијом реолошких својстава хране;

- *други* више представља став обичних људи, који *психореологију* тумаче као везу између потрошачке прихватљивости и реолошких својства хране.

Оба става су од значаја за превазилажења јаза између физичких – реолошких својстава хране и осјећаја који се стичу примјеном чула. Бројни процеси производње хране умноге зависе од реолошких својстава сировина и међупроизвода и имају снажан утицај на квалитет финалног производа. Реолошка својства тијеста имају највећи утицај на квалитетна својства пекарских и тјестеничарских производа. Упштено гледајући, манипулација сировина и међупроизвода одговарајућим машинама, остварење одговарајућег протока кроз пумпе, адекватно мијешање сировина, смањење утицаја вискозитета, посебно нењутновских течности, многих флуида и полуврсте хране, утицај смицања пластичних и псеудопластичних материја, итд., само су од неких проблема с којима се сусрећу инжењери у прехранбеној индустрији, а припадају реолошким истраживањима (*Kreiger, 1979*). Позитивна рјешења ових истраживања дају директан допринос квалитету и прихватању хране од стране потрошача, прије свега код:

- ❖ **изгледа:** структура и механичка својства неких прехранбених производа могу утицати на добар изглед;
- ❖ **ароме:** реологија нема директан утицај на ово својство, али врста и начин ломљења хране у устима могу проузроковати у већем проценту и лакше ослобађање ароме;
- ❖ **додира:** реолошка својства хране главни су фактори утицаја на оцјену квалитета хране чулом додира. Држећи храну у рукама и на основу чула које прати деформацију и враћање производа у првобитно стање након стискања, стичу се одговарајуће текстурне сензације.

Међутим, наука о реологији не препокрива све аспекте који су укључени у дефиницију текстуре хране. Жвакање је процес у којем се храна доводи у стање погодно за гутање; комадићи хране се мрве, али процес смањења величине честица хране у устима не припада пољу реологије. Током конзумирања, величина, облик и грубоћа површине честица осјећају се и постају веома важне у креирању сензације о текстуре. *Brandt u cap., (1963)* су описали површинска својства честица у сензорске термине (глатко, пјесковито, гризасто, грубо, влакнасто, кристално), и придодјелили их *геометријским својствима* текстуре, јер су повезана са осјећајем облика и величине честица у болусу (маса сажвакане хране и пљувачке). Могућност хране да се навлажи пљувачком; отпуштање воде или масти из производа током конзумирања; фаза температурних промјена које се јављају у устима (чоколада, сладолед), представљају један важан сегмент сензација, која спадају у домен текстуре, а називамо их *својствима површине*, а такође не припадају пољу реологије. Из свега наведеног може се закључити да је истраживање текстурних својстава хране само дјелимично унутар поља реолошких истраживања.

3.1.3. Дефиниције и терминологија

Чврстоћа хљеба, колача, хрскавост крекера, љепљивост куване тјестенине, растегљивост гумених бомбона, топивост маслаца, кремастост пудинга, све су ово неки од примјера текстурних својстава, који чине храну (не)привлачном и (не)задовољавајућом за потрошача. Иако представља један од најважнијих

сензорских својстава, осјећај текстуре најмање је разумљив. Термин „*текстура*“, код већине прехранбених производа, укључујући и тјестенину, углавном је збуњујући појам, зато што се овим термином увијек исказује више од једног текстурног својстава. Врло често, текстура представља неколико својстава, која су појединачно опажена чулима и обрађена у мозгу, и која нам пружају крајњу импресију, подводећи је под појам „*текстура*“. Стога, „*текстурна својства*“ увијек су погоднији термин за употребу од термина „*текстура*“.

3.1.3.1. Дефиниције текстуре

Дефинисање термина *текстура* заиста је тешко, пошто означавао различито за различите људе. Ријечничке дефиниције овог појма, које нам стоје на располагању, нису од велике помоћи, јер се углавном односе на значење текстуре у области текстила и/или умјетности и у већини случајева означавају „*распоред и понашање споја честица или мањих саставних дјелова тијела или супстанце префињене структуре*“ (Vujaklija, 1972). С обзиром на недостатак значења овог термина у области хране, прехранбени технолози тежили су да створе сопствену дефиницију текстуре, имајући у виду да она представља сензорско својство хране (Szczesniak, 2002). Једна група аутора текстуру је дефинисала као својство намјернице усмјерено ка назначавану посебних квалитетних атрибута, као што је случај са првокласним хљебом, код ког текстура означава компактност средине, али не укључује друге факторе, као што су мекоћа или жилавост. Coles (1998), када изражава „*визуелну текстуру хљеба*“, он изражава дезен, односно рефлектовану свјетлост са кришке хљеба (посљедица варијације сјаја, проузрокованог контрастом свјетлости између пора и њихових зидова код средине хљеба). Ball и сар. (1957) су дали двије дефиниције текстуре меса. Прву су назвали „*дефиницијом гледања*“, по којој текстура представља „*микроскопски изглед ткива меса са становишта његове структуре – глаткоћа и финоће*“. Другу су назвали „*дефиницијом осјећаја*“, по којој текстура куваног меса представља „*глаткоћу и финоћу ткива која се осјећа у устима*“. Davis (1937; 1973) је текстуру сира дефинисао као „*оно што је видљиво оком, а искључује боју*“. Већина других аутора настојало је да развије дефиницију текстуре као одраз универзалног препокривања свих прехранбених производа. Неке од тих дефиниција су следеће:

- *Текстура означава она опажања која садрже оцјену физичких карактеристика хране, уз помоћ чула смјештених у кожи и мишићима усне дупље, осим осјећаја температуре и бола (Matz, 1962).*
- *Текстура је спој оних својстава који произилазе од структурних елемената хране и понашања у којима се текстура региструју помоћу физиолошких чула (Sherman, 1970).*
- *Осјећај доживљене текстуре током жвакања динамичко је уклапање осјећаја у устима, првенствено тактилних одговора током манипулације прехранбеног производа и стања психолошке антиципације, која настају од визуелне перцепције крајње геометрије и изгледа површине. Неки прехранбени производ не може имати текстуру само исказану кроз посебна механичка или нека друга својства, која су укључена у стварање сензорског осјећаја, или да текстура за поједине људе само означава својства која се јављају током процеса жвакања прехранбених производа (Corey, 1970).*

- *Текстура је својство супстанце проистекло од комбинације физичких својстава доживљених чулима додир (укључујући кинестезију и осјећај који храна даје у устима), вида и слуха. Физичка својства могу укључивати величину, облик, број, природу и распоред саставних структурних елемената (Jowitt, 1974).*
- *Текстура је једно од три примарна сензорска својства хране, која је повезана у цијелости са свим чулима, и стога, омогућује потенцијалну способност прецизног, објективног мјерења, уз механичка средства и способност изражавања у основним јединицама масе или силе (Kramer, 1973).*
- *Текстура је одраз у којем су различити саставни и структурни елементи хране распоређени и уклопљени у микро и макро структуру и спољашњих манифестација те структуре, исказане у терминима протицања и деформације (DeMan, 1975).*
- *Текстура је психолошко–физиолошки доживљај бројних реолошких и других својстава хране и њихових интеракција (McCarthy, 1987).*
- *Текстура се може дефинисати као сензорска манифестација структуре хране и понашања, у којем структура реагује на примјењену силу, специфичним чулима која су била укључена у гледање, кинестезију и слушања (Szczesniak, 19906).*
- *Текстура је особина хране која произилази из комбинације физичких својстава и оних опажених чулима додир (укључујући кинестезију и осјећај у устима), чулима вида и слуха. Својства могу укључити величину, облик, природу и распоред саставних структурних елемената (British Standards Organizations, No. 5098, 1975).*
- *Текстура (именица): сва механичка, геометријска и својства површине производа која се опажују помоћу механичких рецептора, рецептора додир и, тамо гдје је то одговара, чулима вида и слуха (SRPS ISO 5492:2000).*

Без обзира на досадашњу разноликост у погледу дефинисања текстуре, можемо са великим степеном сигурности рећи да текстура прехранбених производа:

- ✓ представља групу физичких својстава која произилазе из структуре хране;
- ✓ спада у механичке и реолошке подгрупе – подпоглавље физичких својстава; оптичка, електрична, магнетна, температурна и термичка својства су искључена из дефиниције текстуре;
- ✓ садржи групу својстава, а не појединачних својстава;
- ✓ осјећа се примарно чулом додир, обично у устима, али и други дјелови тијела могу бити укључени (прсти и руке);
- ✓ није повезана са хемијским чулим укуса и мириса;
- ✓ може се објективно мјерити и чије означавање је у функцији масе, растојања, пута и времена (сила има димензије MLT^{-2} , рад ML^2T^{-2} и протицање L^3T^{-1}).

На крај, ипак је постигнуто једно опште слагање у дефинисању текстуре, које гласи да је: „*Текстура сензорски и функционални показатељ структурних, механичких и површинских својстава хране, одређен кроз чулну перцепцију (визуелна, звучна, тактилна и кинестетска)*“ (Szczesniak, 2002). Ова дефиниција пресликава значајне појмове, као што су:

- ❖ **Текстура** је сензорско својство и стога је само човјек, или животиња у случају анималне хране, могу доживјети, а човјек и описати. Инструменти за одређивање текстуре могу одредити и измјерити одређене физичке параметре, који се затим морају интерпретирати – превести у термине сензорске перцепције.
- ❖ **Текстура** је мулти-параметарско својство.
- ❖ **Текстура** настаје као резултат структурних карактеристика хране.
- ❖ **Текстура** се одређује уз примјену неколико чула, од којих је најзначајнији додир.

Будући да текстура садржи бројне физичке сензације, исправније је умјесто термина „*текстура*“, користити термин „*текстурна својства*“, која означавају групу међусобно повезаних својстава. Важно је спознати да је текстура комплексан појам одговарајуће групе својстава хране и да означава егзактно физичко и доживљено својство. Muller (1969a) напомиње да су два термина значајна за свијет текстуре: (1) *реологија* – грана физике која описује физичка својства хране и (2) *хиптекинестетика* – грана психологије која се бави перцепцијом механичког понашања материјала.

3.1.3.2. Ријечник текстуре

Велики број истраживања спроведено је у откривању ријечи којима се описују текстурна својства прехранбених производа. Szczesniak и Kleyn (1963) су у Америци, са 100 испитаника, успјели да прикупе 78 различитих описних ријечи за текстуру. Yoshikawa и сар. (1970) су слична испитивања спровели у Јапану са 140 студената, за 97 различита прехранбена производа и успјели да прикупи 406 различитих ријечи. У Аустрији и Њемачкој, слична испитивања спровео је Rohm (1990), са 208 студената из Дрездена, Хановера и Беча и прикупио 105 различитих ријечи за 50 различитих прехранбених производа. У табели 3.4 налазе се 10 најчешће коришћених ријечи, добијених током ових споменутих испитивања, од којих 6, фигуришу на 3 успостављене листе.

На основу добијених резултата утврђено је да се у Јапану користи 406 дескриптивних ријечи за текстурна својства, што је знатно више у односу на 78, које се примјењују у Америци или 10, које се примјењују у Аустрији и Њемачкој. Можда су, већа разноликост јапанске кухиње, већа осјетљивост у тананим нијансама осјећаја текстурних својстава, као и сликовитост јапанског језика, који има много ономатопејних ријечи, довели до богатијег ријечника у исказивању текстурних својстава хране у односу на остале крајеве свијета. Yoshikawa и сар., (1970) су оцјенили да сваки од следећих ријечи означава неки облик хрскавости: *kori-kori, pari-pari, saku-saku, gusha-gusha, kucha-kucha* и *shaki-shaki*. До сличних резултата у својим истраживањима дошла је и Szczesniak (1971), која је одговарајући ријечник текстурних појмова понудила групи од 150 испитаника. Резултати теста показали су да је текстура уочљиво својство

хране и да особе са вишим економским статусом имају развијенију свијест спрам текстурна својства хране у односу на општу популацију.

Табела 3.4 – Најчешће коришћене ријечи за опис текстурних својстава		
Америка ^б	Јапан ^в	Аустрија ^г
крцкаво	тврдо	хрскаво
суво	меко	тврдо
сочно	сочно	меко
меко	жвакљиво	кркаво
кремасто	мастно	сочно
хрскаво	вискозно	љепљиво
жвакљиво	слузаво	кремасто
глатко	кремасто	мастно
еластично	крцкаво	влажно
тврдо	хрскаво	жилаво

^аПо опадајућој учесталости јављања
^бSzczesniak и Kleyn (1963)
^вYoshikawa и сар., (1970)
^гRohm и сар., (1994)

Drake (1989) је саставио листу са 54 ријечи којима се описују различита текстурна својства хране и уз помоћ преко 50 сарадника пронашао њихова еквивалентна значења у 22 друга језика. Најважнији закључак овог свеобухватног истраживања је да, значења која се односе на текстурна својства хране, могу бити пронађена у сваком језику и да су знање и интерес за текстуром универзални. Од стране *Baduí (1988)*, *Anzaldúa-Morales (1989)*, и *Pedrero и Pangborn-а (1989)* формирана је листе текстурних ријечи у Шпанији. У својим истраживањима, *Anzaldúa-Morales (1990)*, дошла је до закључка да неке ријечи, преведене на други језик, нису увијек истог значења. Енглеска ријеч „viscous“ (вискозан), преведена на мексички језик, може бити исказана као „viscoso“, али је некоректна. Коректна шпанска ријеч је „esposo“ што значи „thick“ (густ), док „viscoso“ значи слузав. *Lawless и сар., (1997)* су поредили многе сензорске термине за текстурна својства у финском и енглеском језику и дошли до закључка да тај број термина може бити смањен употребом PCA (*Principal Component Analysis*). Такође, примијетили су да енглеске ријечи често имају више значења у односу на фински језик. Ријеч „thick“ у енглеском језику може се односити на димензију производа (дебео, крупан), али и на отпор протицању (густ), док у финском, ријеч за димензију (*thick*) је „paksu“, а за вискозитет (*viscous*) „jahmea“. Исти аутори закључили су да значење појединих текстурних својстава није усклађено. Даљи развој језика допринио је бољем опису текстурних својства хране, посебно у сензорским тестовима и потрошачкој вербализацији. Временом, јавила се неопходност стварања једне стандардне номенклатуре, која би обезбједила да се истраживачка саопштења из различитих земаља, увијек односе на иста текстурна својства хране, што је био случај и са нашом државом, која је ријечник појмовних сензорских израза, узимајући у обзир и текстурна, пилагодила нашем језику (табела 3.5).

Табела 3.5 – Преглед термина који се користе у означавању текстурних појмова	
ЕНГЛЕСКИ	СРПСКИ
hardness	тврдоћа
hard	тврд
firm	чврст
soft	мек

cohesiveness	КОХЕЗИВНОСТ
fracturability (brittleness)	ЛОМЉИВОСТ
fracturability	ломљиво
crumbly	мрвљиво
crunchy	крцкаво
brittle	крто
crispy	хрскаво
crusty	корасто
chewiness	ЖВАКЉИВОСТ
tender	њежно
chewy	жвакљиво
tough	жилаво
gumminess	ГУМОЗНОСТ
short	сипко
mealy	брашнасто, прашкасто
pasty	тестасто
gummy	гумасто
viscosity	ВИСКОЗНОСТ
fluid	течно
thin	ријетко
viscous	вискозно
springiness	ЕЛСТИЧНОСТ
plastic	пластично
malleable	савитљиво
elastic	еластично
springy	Истегљиво, гумено
adhesiveness	АДХЕЗИВНОСТ
sticky	прионљиво
tacky	приљепљиво
goeey	гњецаво
gluey	љепљиво
geometrical attributtes	ГЕОМЕТРИЈСКА СВОЈСТВА
granularizy	ЗРНАВОСТ
conformation	ГРАЂА
fibrous	влакнасто
cellular	ћелијско
crystalline	кристаласто
puffy	пухаво
aerated	ваздушасто
powdery	прашкасто
chalky	кредасто
grainy	гризасто
gritty, sandy	пјесковито
coarse	грубо
lumpy	грушасто
beady	бобичасто
flaky	слојевито
pulpy	кашасто
moisture content	САДРЖАЈ ВЛАГЕ
dry	суво
moist	влажно
wet	мокро
juicy	сочно
fat content	САДРЖАЈ МАСНОЋЕ
oily	уљасто
greasy	замашћено
fatty	мастно

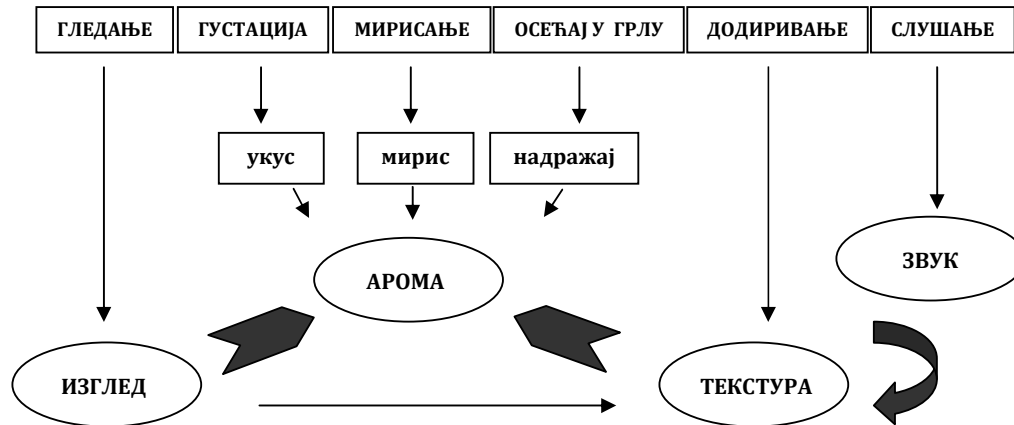
touch	додир	
kineasthesis	кинестезија	
consistency	конзистенција	
psychophysics	психофизика	
mouthfeel	тактилни осјећај у устима	
texture	текстура	
<i>Класификација термина који се доносе на усне осјећаје за текстуру напитака</i>		
thin	ријетко	Термини који се односе на
thick	густо	вискозитет
smooth	глатко	Осјећај меке површине
pulpy	кашасто	
creamy	кремасто	
bubbly	мјехурасто	Термини који се односе на CO ₂
tingly	газирано	
foamy	пјенушаво	
heavy	тешко	Термини који се односе на
watery	водено	масу
light	благо	Хемијски ефекти
astrigent	опоро	
burning	жестоко	
sharp	оштро	
mouth coating	обложеност уста	Обложеност усне дупље
clinging	прилепљиво	
slimy	слузасто	Отпор кретању језика
syrupey	сирупасто	
clean	чисто	Осјећаји који заостају у устима
drying	суво	
lingering	дуготрајно	
clesing	испарљиво	
refresing	освјежавајуће	Осјећај који физиолошки
warming	топло	остаје
thirst quenching	гашење жеђи	
cold	ледено	Осјећаји који остају у односу на
cool	хладно	температуру
hot	топло	
wet	влажно	Осјећаји који остају у односу на
dry	суво	влажу

ISO 11036:1994; SRPS ISO 5492:2000; SRPS ISO 11036:2002

3.1.4. Сензорска перцепција текстурних својстава

Постоји огроман број текстурних својстава прехранбених производа (жвакљивост коре хљеба и меса, мекоћа манчмелоуа, крцкавост целера, хрскавост чипса, сочност свјежег воћа, глаткоћа и топивост сладоледа, итд.), који условљава непостојање само једна „исправне“ или „праве“ текстуре, већ читаве палета која се жели и захтијева од стране потрошача. Међутим, „права“ текстурна својства увијек се очекује код одређене врсте хране, како би се она посматрале као производи високог квалитета (јабука мора бити крцкава и влажна; свјежа бресква мора имати меку, топиву и сочну текстуру; од сушених облик тјестенине захтјева се одговарајућа савитљивост, док од куваних да имају оговарајућу чврстоћу, жвакљивост и одсуство површинске љепљивости) (Wilkinson *u cap.*, 2000). Разноликост жељених текстурних својстава произилази из комплексног човјечијег апарат за жвакање, а особености у погледу текстурних сензација примају се искључиво преко људских чула (слика 3.1).

Реакција тијела на различита текстурна својства хране пружа основ за разумијевање објективних и субјективних тестова за испитивање текстуре.



Слика 3.1– Људских чула и њихов утицај на перцепцију хране

Осећај текстуре прима се првенствено чулом додира, непосредним додиром хране са рукама и устима. Чуло вида се користи да би се сагледала дебљина хране, брзина протока, степен згрудњавања, итд. Помоћу чула слуха добијају се додатна сазнања о хрскавости или крцкавости хране. Међутим, у спознаји текстурних својстава хране најважнију улогу игра чуло додира. *Szczesniak и Kahn (1971)* су перцепцију хране у устима описали као комбинацију свјесних и несвјесних процеса. Свјесност почиње да буде значајна у тренутку када су на основу визуелних посматрања очекивања задовољена. Ипак, како се највећи број информација о текстурним својствима хране добијају током њеног конзумирања, потребно је понешто знати и о структури органа и ткива присутним у устима, као и њиховом деловању у процесу жвакања (*Prinz и Lusac, 1997*).

Зуби (*denti*) се могу класификовати по облику и по улози коју обављају. Сјекутићи, који се налазе у предњем централном дијелу уста, клинастог су облика и имају оштре равне завршетке који служе за резање или сјечење хране. Очњаци се налазе на угловима уста, имају дугачке, јаке корјене и круницу у облику једног заостреног рога и користе се за кидање хране. Предњи кутњаци се налазе иза очњака и имају по два рога и један или два корјена и користе се и за кидање и уситњавање хране ломљењем. Кутњаци се налазе у задњем дијелу уста. Сваки од кутњака има по два или три корјена и неколико рогова који се уклапају са роговима зуба који се налазе насупрам њих. Њихове широке крунице служе за мљевање и ломљење хране, слично мљевењу млинског камена (*Hietae и сар., 1999*).

Усне (*labia oris*) су два јако покретна месната дијела, која окружују отвор усне дупље и омогућују да храна доспије у њу. На уснама се налази мноштво различитих сензорских рецептора, који могу да процјене температуру и нека текстурна својства хране.

Образи (*buccae*) чине бочне зидове уста и лица и настављају се на усне. Састоје се од спољне коже, јастучића од поткожне масноће, мишића који потпомажу жвакање и суделују у изразу лица, и унутрашњих везивних структура од појачаног епитела слепоочница. Образи држе храну у усној шупљини и враћају је током жвакања натраг између зуба.

Језик (*lingua*) је јак, покретан, мишићни орган, који је својом основом и централним дијелом причвршћен за под уста и врло активан током процеса жвакања хране. Између појединих жвакова, језик враћа храну међу зубе, активно суделује у мјешању хране и пљувачке у устима, као и усмјеравању добијене мјешавине у једњак приликом гутања. Користи се и за ломљење меке хране притиском на тврдо непце, и представља орган који је најодговорнији за осјећај површине или геометријских својстава хране, захваљујући томе што је у стању да осјети и најмање разлике величина, облика, чврстоће и храпавости хране. Језик поседује већу тактилну осјетљивост него било који други дио тијела. Осјећаји величине, облика и храпавости појединих честица у устима зову се „геометријске особине“ (Brandt *u cap.*, 1963) или према Hutchings и Lillford-у (1988) „партикуларне особине“ хране. Осјећај ових честица остварује се помоћу језика и тврдог непца, нарочито у близини сјекутића. Imai *u cap.*, (1999) су показали да сензорски панел може детектовати присуство честица у храни чија је величина само 6 μm . Такође су истакли да је зрнаво нежељно текстурно својство код „глатких намирница“ и указали колико мора бити остварена величина честица основних састојака, уколико не желимо да се те честице детектују као појединачне партикуле у устима (Lillford, 2001). Људи који имају умањену ефикасност жвакања (покварени зуби или некомплетно зубало), често тај недостатак компензују избором хране која се лакше жваће.

Непце се састоји од два дијела. У предњем дијелу усне дупље је тврдо непце (*palatum durum*), које раздваја усну шупљину од носне и представља тврду површину на коју је могуће притиснути храну језиком и тако је уситнити, размазати или измјешати са пљувачком.

Горња вилица (*maxilla*) служи за причвршћивање горњих зуба и током жвакања је прилично непокретна. Зуби из горње службе као наковањ, на које се притиска храна доњим зубима да би се изломила и издробила.

Доња вилица (*mandible*) је кост облика потковице у којој су причвршћени доњи зуби и покреће се горе-доље, по вертикалној равни. Присутно је и бочно кретање у зависности од природе хране. Храна која се лако дроби (снек производи или чипс), захтјева мало бочног кретања, док жилаве намјернице (месо или кора хлеба), захтјевају већи обим бочног кретања да би се сажвакале. Доња вилица креће се и према напријед, доводећи горње и доње сјекутиће у исту раван приликом прегризања хране. У покретању доње вилице учествује јако специјализовани и сложени зглоб који се зове *темпомандибуларни* зглоб, који омогућава пет различитих кретања, много више од било ког другог зглоба у тијелу. Овај зглоб карактерише флексибилност и читав склоп различитих покрета помоћу којих се генерише снажна сила, кључна за различите начине жвакања широког спектра физичких особина (Lund *u cap.*, 1991).

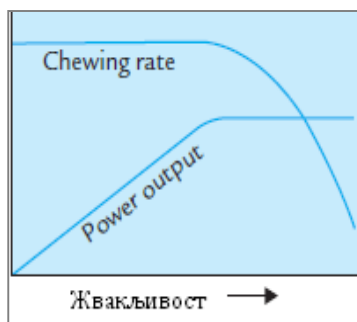
3.1.4.1. Процеси који се дешавају приликом дезинтеграције хране у устима

Код припреме хране за гутање, користе се различити процеси жвакања и њихове комбинације (Bourne, 2002):

- (1) *Механичка дезинтеграција* (месо, већина врста воћа и поврћа) највећим дијелом се обавља уз помоћ зуба, док пљувачка има споредну улогу. Код хране из које се отпушта велика количина течности (поморанџа, сочно месо), дио отпуштене течности се прогута прије процеса жвакања.
- (2) *Омекшавање хране* (двопек, кекс, чипс, кокице, итд.) остварује се путем апсорпције пљувачке или пића који се конзумира уз суву храну. Пљувачка

- (или пиће) има основну улогу приликом омекшавања хране и то омекшавање може бити значајније од механичке дезинтеграције. Код неких облика хране, брзина апсорпције пљувачке, може бити процес који дефинише брзину читавог процеса припреме хране за гутање.
- (3) *Растапање* се огледа у промјени фазе чврсто → течно, загријевањем хране у устима, као што је то случај са сладоледом или гелима. Какао маслац, који је одговоран за највећи дио осјећаја текстурних својстава код чоколаде, у области температуре, која је тек неколико степени нижа од температуре тијела, има узак интервал тачке топљења. Брзи прелаз облика чврсто → течно, ствара пријатан осјећај током конзумирања овакве хране. Замијене за чоколаду, у којима се користе масти које немају толико оштре тачке топљења, обично се не топе потпуно на температури тијела, остављају непријатно воскаст осјећај у устима.
- (4) *Отврдњавање* се дешава услед фазних промијена из облика течно → чврсто, хлађењем топле хране у устима (очвршћавања уља из топле супе, ствара да уљаст осјећај који прелази у осјећај масти).
- (5) *Разређивање* хране изазвано пљувачком среће се код густих пића, млијечних напитака, крем-супа, итд. Производ се мућка по устима све док се не апсорбује довољна количина пљувачке и добије мјешавина која се лако гута.
- (6) *Разређивање* изазвано мјешањем јавља се код неких полутечних намирница. Код ових производа, „смицајно разређивање“, тј. вискозитет опада приликом механичког мјешања, под утицајем језика и смицајног притискања језиком у тврдо непце (*Kokini u cap., 1977; Kokini u Dickie, 1982*).
- (7) *Растварање* се као процес јавља код тврдих шећерних бомбона или лизалица, који се лижу и сисају све док се не растворе у пљувачки. Међутим, има и људи који овакве производе жваћу (механичка дезинтеграција), како би остварили брже и снажније отпуштање укуности из њих.
- (8) *Гутање без дезинтеграције* је процес који се јавља код ријетких течности, као што су кафа, чај, газирана освјежавајућа пића, који се једноставно гутају без икакве помоћи зуба, језика или пљувачке. Слузава храна (плодови мора, неки облици тијеста, итд.) понекад се гутају цијеле, без дјеловања зуба или пљувачке, уз мању помоћ језика.

Hutchings u Lillford (1988) су поставили „путеве уситњавања“ различите врсте хране приликом њене припреме за гутање, по којима се прије отпочињања гутања морају остварити одговарајућа величина честица и степен подмазивања (влага која је присутна у устима, одговарајући проток пљувачке и течности истиснуте из хране). *Kapur u cap., (1964)* су показали да се процес



жвакања најбољи остварује са природним зубима, јер се жвакање код особа са комплетним протезама обавља насумице и подједнако. Треба напоменути да силе које настају током кретања зуба производе напон у храни, а кретње вилице током жвакања деформацију хране. Утицај хране на брзину жвакања приказан је на слици 3.2. Брзина жвакања (*chewing rate*) остаје приближно константна, уколико се пређе са жвакања хране мале жилавости, на жвакање хране осредње жилавости.

Слика 3.2 – Утицај хране на брзину жвакљивост (*Bourne, 2002*)

Ова константност постиже се повећањем снаге на вилици. Уколико се жилавост хране даље повећава, постиже се и гранична вриједност за повећање снаге. Иза ове границе, повећање снаге постаје константно усљед смањења брзине жвакања. Ширина отварања вилица утиче на брзину компримовања хране. Неки људи чине кратке покрете вилицом, док су покрети других људи дужи. Код људи са дугачким покретима, брзина компримовања већа је уколико се користи подједнак број жвакова у минути, јер је просјечна брзина компримовања једнака броју жвакова у минути, помноженим са двоструким растојањем између зуба у тачки највећег отварања вилице. Уколико усвојимо да је просјечна брзина жвакања 60 жвакова у минути, и уколико је просјечна дужина жвака 10 mm (растојање приликом жвакања), тада је просјечна брзина компримовања 1200 mm/min или 20 mm/s. Максимална сила која се јавља између сјекутића је око 15 kg, између очњака 30 kg и између кутњака 50 – 80 kg. Ове вриједности последица су ефеката полуге: кутњаци су много ближе тачки ослонца доње вилице у односу на сјекутићи. Постоји разлика у жвакању (брзина и број жвакова) поједине врсте хране, која је условљена различитом националном кухињом, навикама у исхрани. Исхрана у већини земаља није јако захтијевна са текстурне тачке гледишта и самим тим, другачији развој мишића вилице условљава постојање разлике у трајању процеса жвакања (табела 3.6).

Табела 3.6 – Средња вриједност броја жвакова за поједину храну

Производ	Амерички ^{а)} утренирани панел	Филипински ^{б)} утренирани панел
Франкфуртске кобасице	17,1	22,1
Сулц од пасуља	25,0	34,0
Стек	31,8	56,6
Карамеле	37,3	61,6

^{а)}необјављено од *A.S.Szczesniak*
^{б)}необјављено од *M.C.Bourne*

Ипак, треба напоменути да се процесом жвакања јавља пријатан сензорски осјећај и остварује извјесно задовољство. Због овог, храну треба одабрати у складу са годинама живота, како би се приликом процеса жвакања остварио максимум задовољства.

3.1.4.2. Други начини опажаја текстурних својстава

Мада се највећим дијелом опажања текстурних својстава остварује у устима и уз помоћу усана, могуће је ова својства опазити и изван уста, најчешће помоћу прстију или шаке. Уобичајена је пракса да се храна стисне у шапи, између прстију, притиском длана на површину хране која лежи на чврстој површини, или између два длана постављена један наспрам другог и на тај начин оствари добар увид у текстурни квалитет хране. Избор поступка зависи од величине узорка који се испитује. Палац и кажипрст обично се користе код малих узорака, док се цијела рука или двије, користе за веће узорка (векна хљеба). Додатно, регистровање и пренос кинестетских утисака (положаја различитих дјелова тијела једних наспрам других) (*SRPS ISO 11036:2002*) користе се у исказивању текстурних својстава хране.

3.1.4.2.1. Рука

Анатомски гледано, сваку руку карактерише окретност, снага, осјетљивост, као и рафинираност, све у сложеном облику и кондензовано у јединици која је тешка мање од 1 kg. Притом, рука је манипулативна алатка (сензорски орган), која сакупља информације опажаја додиром и шаље их на даљу обраду у мозак. Кретње руке представљају сложене биомеханичке операције, у којима судјелују сви зглобови истовремено, али се кретања могу разложити на:

- (1) *снагу хвата*, код ког се јављају врло јаке силе (прсти чине једну страну стеге, длан је са друге стране, док је палац обмотан око шаке);
- (2) *прецизни хват*, код ког јастучић палца и неколико прстију притискају површину производа, сакупљајући одговарајуће стимуле.

3.1.4.2.2. Чуло вида

Познато је да се значајне информације о текстурним својствима хране могу добити и прије процеса жвакања, уз примјену чула вида. Изглед производа (визуелни утисак) може указати на спољашња својства текстуре, као што је недостатак свјежине (*Radovanović, 1996; Radovanović u Popov-Raljić, 2000/2001*). Вискозитет течне и получврсте хране може се сагледати посматрањем начина на који она тече када се се сипа из посуде или када се разлива преко подлоге чиније у коју се сипа (*Shama u sar., 1973*).

3.1.4.2.3. Чуло слуха

Познато је да звуци који се емитују док се нека намјерница жваће или гризе, представљају добар показатељ текстуре. Улога звука у перцепцији текстурних својстава хране највише је изражена код суве – хрскаво – ломљиве или влажно – крцкаве хране (*Radovanović u Popov-Raljić, 2000/2001*).

3.2. МЕТОДИ ОДРЕЂИВАЊА ТЕКСТУРНИХ СВОЈСТАВА

У већини случајева, текстура хране је једно од најзначајнијих, али и најкомплекснијих својстава и може се окарактерисати искључиво уз примјену човјечијих чула. Не-сензорске технике не могу никад испољити своју свеобухватност у погледу текстуре, бар не у толикој мјери као сензорски поступак и као такве, једино се могу посматрати у правцу обезбјеђења могућности предвиђања сензорских својстава. Текстура хране условљена је различитом комбинацијом физичких својстава, која се могу инструментално мјерити. Резултати ових мјерења морају се, како статистички, тако и појмовно, довести у везу са резултатима сензорске оцјене. Физичка својства могу укључивати величину, облик, број, природу и конформацију структурних елемената и стога, изучавање структуре хране може водити ка бољем разумијевању њених физичких, а самим тим и текстурних својстава. Према *Brennan-у (1980)*, методи који се примјењују у проучавању текстурних својстава хране могу се класификовати на следећх начина:

- сензорски методи,
- инструментални методи који укључују дефирмацију узорка,

- звучни методи,
- методи за испитивање структурних карактеристика,
- хемијско-аналитички методи.

Међутим, једна од најједноставнија подјела метода за мјерење текстурних својстава је на инструментална и сензорска одређивања (табела 3.7). Код инструменталних, директни методи мјере реалне текстурне особине хране, док индиректни мјере физичке особине које су у корелацији са једним или неколико текстурних својстава. Сензорски методи могу се подијелити на оралне, који мјере осјећаје које храна ствара у устима и не-оралне, у којима се за мјерење текстурних својстава, умјесто уста, користе неки други дјелови тијела (руке, зглобови, очи, итд.).

Табела 3.7 – Врсте метода за одређивање текстурних својстава хране

Инструментални		Сензорски	
Директни	Индиректни	Орална мјерење осјећаја у устима	Не-орални
Фундаментални	Оптички	Механичка својства	Соместетски
Емпиријски	Хемијски	Геометријска својства	Кинестетски
Имитативни	Акустични	Хемијска својства	Визуелни
	Остали	Остала својства	Аудијски

3.2.1. Сензорски методи мјерења текстурних својстава хране

Сензорски метод одређивања текстуре обухвата идентификацију, у већини случајева и квантификацију једне или више текстурних карактеристике узорка хране, уз примјену људских чула. Сензорско мјерење текстуре почива првенствено на додиру, мада и друга чула могу обезбједити додатне значајне информације за компоненте текстурног профола производа. Сигнали генерисани на нервним завршецима се преносе преко централног нервног система у мозак и прије сумирања у коначан утисак (одзив), спајају са очекивањима и искуствима из прошлости (*Amerine и сар., 1965*). Често се оваква мјерења карактеришу као недовољно прецизна усљед варијабилности одговора чланова панела или могућности уношења дозе субјективности. Међутим, треба имати у виду чињеницу да је метод сензорског испитивања подједнако прецизан и репродуктиван, као било који други аналитички поступак, уколико је правилно изведен, у одговарајућем простору и од стране одабраних, тренираних и провјерених оцјењивача. Током конзумирања хране одвија се читав низ процеса, укључујући деформацију, проток, уситњавање, мијешање, хидратацију, температурне промјене, промјене величине, облика и храпавости површина честица, итд. Све ове промјене људска чула биљеже с великом осетљивошћу, али се многе од њих тешко могу измјерити инструментално. Највећи значај сензорског испитивања има у раној фази развоја производа, јер представља најбољи поступак у процјени текстурних својстава и истовремено пружа добру основу на којој се касније могу поставити инструментални методи мјерења.

3.2.1.1. Профил текстуре

Пошто се дошло до спознаје да текстура хране представља једно мулти-параметарско својство, чије се сензације могу описати само уз употребу великог броја описних ријечи – термина, логично је било да се ти термини класификују у одговарајуће категорије. Једини покушаји, који су урађени на овом пољу, за

чврсту и получврсту храну, приказани су у табелама 3.8 и 3.9 (Civille u Szczesniak, 1973; Szczesniak, 1963a) и за течности, у табели 3.10 (Szczesniak, 1979, SRPS ISO 11036:2002).

Механичка својства су она која се односе на реакцију производа на напрезање и дијеле се на пет примарних (тврдоћа, кохезивност, вискозност, еластичност и адхезивност) и три секундарна (ломљивост, жвакљивост и гуминозност).

Геометријска својства су она која се односе на величину, облик и распоред честица у производу.

Својства површине су она која су повезана са осјећајима који се стварају услед влажности и/или садржаја масти, а могу бити повезана и с начином на који се ови састојци ослобађају у устима (SRPS ISO 11036:2002).

Табела 3.8 – Дефиниције и методи за процјењивање механичких текстурних својстава		
Карактеристика	Дефиниције сензорског (чулног опажаја)	Техника
Примарна својства		Сензорска
Физичка		
Тврдоћа	Механичко својство текстуре које се односи на силу која је потребна да дође до деформације производа или продирања у производ. Опажа се притиском производа зубима (чврст производ) или између језика и непца (получврст производ).	Узорак за испитивање се стави између кутњака или језика и непца и равномјерно загризе, а затим процјени сила потребна за сабијање хране.
Кохезивност	Механичко својство текстуре које се односи на степен до којег производ може бити деформисан прије него што се преломи.	Узорак за испитивање се стави између кутњака, притисне и процјени степен деформације прије прелома.
Вискозност	Механичко својство текстуре које се односи на отпор протицању. Одговара сили која је потребна да се течност из кашике прелије преко језика или да се рашири преко супстрата.	Кашика са узорком постави се тачно испред уста, унесе течност у уста срцањем и процјени сила потребна за протицање течности преко језика константном брзином.
Еластичност	Механичко својство текстуре које се односи на брзину враћања после примјене силе деформације и степен до којег се деформисани производ враћа у стање прије деформисања након уклањања силе деформације.	Узорак за испитивање се стави између језика и непца (ако је получврст) и дјелимично притисне; уклони се сила притиска и процјени степен и брзина враћања материјала.
Адхезивност	Механичко својство текстуре које се односи на силу која је потребна да се уклони материјал који пријања за уста или супстрат.	Узорак за испитивање се стави на језик, притисне на непце и процјени сила која је потребна да се отклони језиком.
Секундарна својства		
Ломљивост	Механичко својство текстуре које се односи на кохезивност и силу која је потребна да се производ уситни у мрвице или комаде.	Узорак за испитивање се стави између кутњака и равномјерно загризе све док се узорак не измрви, поломи или смрска, а затим процјени сила која је неопходан да се храна отклони са зуба.
Жвакљивост	Механичко својство текстуре које се односи на кохезивност и дужину времена или број жвакова који су потребни да се сажваће чврст производ до облика спремног за гутање.	Узорак за испитивање се стави у уста и жваће у ритму 1 жвак/s, силом која је потребна да се продре у гумени бомбон за 1/2 s, а затим процјени енергија или број жвакова потребних да се узорци доведу у стање да могу да се прогутају.
Гумозност	Механичко својство текстуре које се односи на кохезивност. У устима представља напор који је потребан за разлагање производа до облика спремног за гутање.	Узорак за испитивање се стави у уста, помјери језиком ка непцима и процени број помјерања неопходних да се храна разгради.

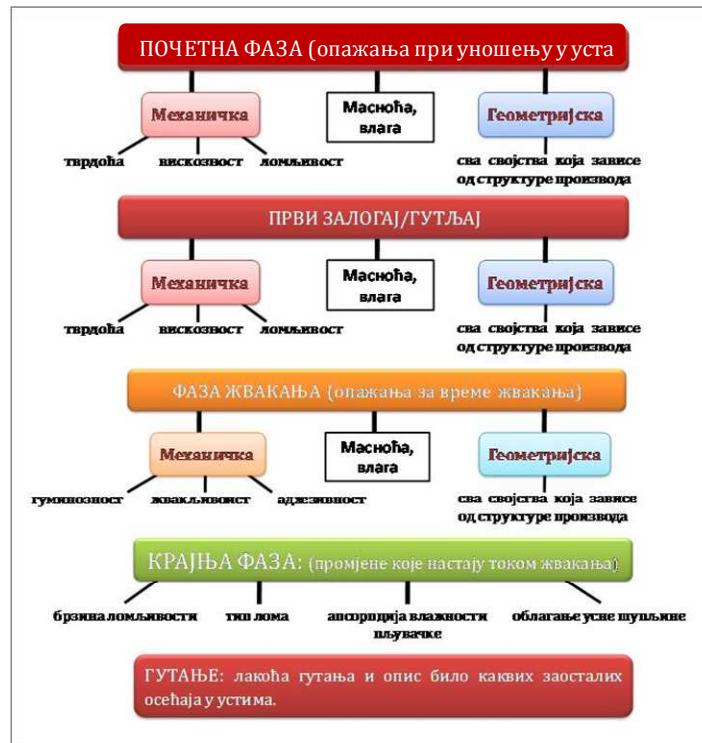
Civille u Szczesniak, 1973; SRPS ISO 11036:2002

Профилисање текстуре почива на примјени стандардних скала за механичке параметре, које се примјењују у поступцима одабира, тренинга и провјере оцјењивача (*Civille u Szcseśniak, 1973*). Профилисање текстуре почива на примјени стандардних скала за механичке параметре, које се примјењују у поступцима одабира, тренинга и провјере оцјењивача (*Civille u Szczesniak, 1973*). Примјери стандардних скала (*SRPS ISO 11036:2002*) довели су и воде ка модификовању и развоју нових скала процјене (*Miñoz, 1986*). Један такав профилни метод (сензорски и инструментални) настао је класификацијом текстурних термина за чврсту и полу-чврсту храну (*Bourne, 1977, Szczesniak u cap., 1963a*)(*Brandt u cap., 1963*). Сензорско профилисање текстуре укључује неколико корака, приказаних на слици 3.3 (*SRPS ISO 11036:2002*).

Табела 3.9 – Класификација текстурних својстава и популарни термини		
Механичка својства		
Примарни параметри	Секундарни параметри	Популарни термини
Тврдоћа		меко → чврсто → тврдо
Кохезивност	Ломљивост	мрвљиво → крцкаво → крто → хрскаво → корасто
	Жвакљивост	њежно → жвакљиво → жилаго
	Гумозност	сипко → брашнасто → тестасто → гумасто
Вискозност		течно → ријетко → уљасто → вискозно
Еластично		пластично → савитљиво → еластично
Адхезивност		прионљиво → приљепљиво → гњецаво, љепљиво
Геометријска својства		
Класа	Примјер	
Зрнаваост – величина и облик честица у	глатко → пјесковито → гризасто → грубо	
Грађа – облик и оријентација честица	влакнасто, ћелијско, кристално, итд.	
Остала својства		
	Популарни термини	
Влажност	суво → влажно → мокро → сочно	
Масност	уљасто → замашћено → масно →	

Табела 3.10 – Термини који се односе на осјећаје текстуре у устима		
Термини који се односе на:	Типичне ријечи (српски)	Типичне ријечи (енглески)
Вискозитет	ријетко, густо, вискозно	thin, thick, viscous
Осјећаје меке површине	глатко, кашасто, кремасто	smooth, pulpy, creamy
CO ₂	мјехурасто, газирано, пјенушаво	bubbly, tingly, foamy
Масу	тешко, водено	heavy, watery, ligh
Хемијске ефекте	благо, опорно, жестоко, оштро	astrigent, burning, sharp
Обложеност усне дупље	обложеност, приљепљеност	mouthcouting, clining
Отпор кретању језика	слузасто, сирупасто	slimy, syrupy
Осјећај који заостаје у устима	чисто, суво, дуготрајно, испарљиво	clean, drying, lingering, cleansing
Осјећај који физиолошки остаје	освјежавајуће, топло, гашење жеђи	refreshing, warming, thirst-quenching, filling
Осјећај који остаје у односу на температуру	ледено, хладно, топло	cold, hot
Осјећај који остаје у односу на влагу	влажно, суво	wet, dry

Szczesniak, 1979; Bourne, 2002



Слика 3.3 – Фазе учовања текстурних својстава (SRPS ISO 11036:2002; Brandat u sap., 1963; Szczesniak, 2002)

3.2.1.2. Сложеност текстурних својстава

Нека сензорска својства, посебно механички, била су прилично дорађена за даљу примјену. У односу на примјењену сили компресије, тврдоћа/чврстоћа/мекоћа, као показатељи текстурног својства тврдоће могу се наћи на једној скали, која приказује интезитет отпора којег пружа храна приликом дјеловања силе. Међутим, није познато у којој мјери људско биће реагује на физички стрес или напрезање (притисак) и како да уз помоћ инструмената стимулишемо овакву сензацију. Надаље, не знамо гдје се налазе границе на скали између тврдо–чврсто или чврсто–меко. Такође, неки други текстурни показатељи, као што су кремастост и сочност, не могу бити тако лако термилошки класификовани. *Guinard u Mazzucchelli (1996)* радили су на дефинисања кремастости, која је повезана и са густином (зависно од физичког вискозитета) и са глаткоћом (зависно од функционалне силе). Сочност се годинама изједначавала са количином сока који се отпуштао током жвакања и као таква објективно квантификовала. Сензорска оцјена различитих врста храна пружила је увид за 5 различитих перцепција и доживљаја приликом одређивања сочности, а то су:

1. сила која је потребан да се изазове прскање производа,
2. проценат сока који се отпушта,
3. укупна количина сока која се ослобађена током процеса жвакања,
4. својства током протицања,
5. контраст у конзистенцији између течности и суспендованих остатака ћелија,
6. ефекат на лучење пљувачке (*Szczesniak u Ilker, 1988*).

3.2.2. Принципи објективног мјерења текстурних својстава

Из ранијих разматрања видјели смо да је текстура првенствено сензорско својство и да су једино уз примјену човјечијих чула у потпуности могу мјерити и најтананија текстурна својства хране. Узимајући ово у обзир, долазимо до закључка да инструменти мјере физичке особине, а не сензорска својства. Мађутим, постоје неколико разлога за мјерење физичких особина хране:

- (1) *Инжењерско пројектовање процеса* – Особине тока и деформација хране је потребно разумјети како би се могла пројектовати опрема за прераду хране.
- (2) *Одређивање структуре* – Нека физичка мјерења обезбеђују информације о структури хране, или о конформацији, дужини ланца, степену разгранатости и унакрсном повезивању макромолекуларних састојака хране.
- (3) *Текстурна својства* – Употреба инструменталних мјерења на основу којих се може предвидјети сензорска оцјена, а све у циљу добијања прехранбеног производа жељених текстурних својстава.

Научницима из области хране остаје као задатак да дескрипторе, који се односе на одређену врсту хране, покушају да преведу у показатеље мјерљиве инструментално. И поред поменутог задатка, који није нимало лак и увијек изводљив, постоје бројни разлози за примјену инструмената у одређивању текстурних својстава хране, од којих су најзначајнији:

- (1) инструментална мјерења јефтинија су у односу на сензорска;
- (2) већина инструменталних мјерења бржа је у односу на сензорска;
- (3) резултати инструменталних мјерења су бројеви и који су лакши за обраду и поређење;
- (4) инструментална мјерења пружају репродуктивније податке и уколико је примјена инструмента оговарајућа, могућа је поставка стандарда за мјерење текстурних својстава хране.

Међутим, мора се имати у виду да је број расположивих инструмената за мјерења текстурних својстава хране много мањи од броја људи који свакодневно учествују у оцјени истих. По некој грубој процјени, број инструмената за мјерење механичких својстава хране широм свијета је око 20 000. Насупрот томе, број људи као „инструментата“ за мерење текстурних својстава већи је од шест милијарди. Уколико би усаглашеност између инструменталних испитивања и људских оцјењивања била релативно слаба, долазимо до закључка да би ипак лакше било промјенити све ове инструменте, него покушати измијенити мишљење свих људи присутних на Земљи.

3.2.3. Инструментални методи који укључују деформацију узорка

И поред чињенице да се инструменти калибришу у апсолутним јединицама (сила – N, растојање – mm), очитане вриједности биће од малог значаја уколико нису повезани са сензорском процјеном квалитета. Иако су сензорски методи временски захтијевни, скупи и не подлијежу апсолутним стандардима, остаје чињеница да сва инструментална одређивања морају бити прилагођена људским чулима. Морамо се суочити са чињеницом да, уколико непце приликом

сензорског оцјењивања, пошаље поруку да храна има непожељна текстурна својства, она ће их и даље бити присутна, без обзира на вриједности очитане инструментално. Заједнички принцип код свих инструменталних мјерења текстурних својства базиран је на стварању непосредног контакта узорка хране са одговарајућим наставком – сондом, при чему долази до деформација узорка. Величина остварене деформације или отпор који пружа узорак на одговарајућу силу (притисак), биљеже се и сагледавају као показатељи текстурних својстава хране. Постоје бројни инструменти (*Szczesniak, 1963b; Bourne, 1966a;1966b; Finney, 1972*) који раде на овом принципу и примјењују у индустрији хране, а садрже:

- a) *сонду*, која долази у контакт са узорком и дјелује одговарајућом силом на узорак. Изглед сонде може бити једноставан, у облику цилиндричног клипа, равне плоче, купе, сјечива са више игала или ножева, вилице или елемената у облику зуба за расјецање хране;
- b) једноставно дизајнирано *постоље*, које придржава узорак током извођења теста у облику равне плоче, пехара, итд;
- c) *покретни механизам*, који омогућује кретање сонде на рачун силе гравитације или постављених оптерећења (пнеуматски, хидраулички или електрични системи). Кретања сонде може бити вертикално, хоризонтално, ротациона, и може/не мора бити у праволинијској зависности с временом;
- d) *мјерну ћелију*, која детектује и мјери деформацију која се јавља током извођења теста. Ћелија може бити у облику опруге, полуге, једноставног мјерача притиска – напрезања или софистициране ћелије;
- e) *система за очитавање резултата*, који могу бити приказани у виду средњих вриједности скала или бројева, емпиријске слике, или криве *сила – растојање* или *сила – вријеме*.

Постоје бројне подјеле инструмената, предложене у односу на врсту материјала који се испитује, тип силе која је укључена, врсту кретања, геометрију узорка, као и у односу на мјерене промјенљиве и њихове димензије. Класификација инструменталних мјерења у односу на врсту робе и текстурне особине корисна је, али је далеко боља класификације која почива на примјењеним принципима испитивањима, тестовима примјењивим за већи број врста прехранбених производа.

3.2.3.1. Фундаментални тестови

Овим тестовима обављају се мјерења добро дефинисаних реолошких особина. Обично се изводе споро и нису у тако доброј повезаности са резултатима сензорског оцјењивања. Немају већу примјену у прехранбеној индустрији, осим у истраживачким лабораторијама, гдје служе као добра основа за развој сврсисходнијих емпиријски тестова *Szczesniak (1963b)*. Тако, долазимо до једног апсурда, по којем теоријски оправдани фундаментални тестови, немају тако добру примјену у пракси, као емпиријски, који не почивају на позданим теоријским основама.

3.2.3.2. Емпиријски тестови

Овим тестовима мјере се параметри који су слабо дефинисани, али за које је

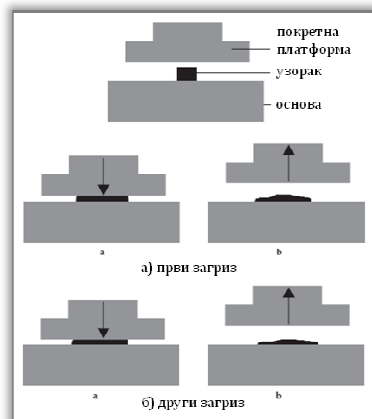
искуство из праксе показало да су у доброј повезаности са текстурним својствима хране. Обично се изводе брзо и лако, уз примјену једноставне и јефтине опреме. Међутим, проблематика ових одређивања лежи у слабој дефинисаности оног што се мјере, што су прилично произвољни, за које не постоје стандарди и што им је примјена ефикасна само код ограниченог броја материјала.

3.2.3.3. Имитативни тестови

Уз примјену ових тестова имитирају се услови под којима се прехранбени производи налазе – конзумирају у пракси. Могу се сматрати подкласом емпиријских тестова.

3.2.3.3.1. Анализа профила текстуре (TPA – Texture Profile Analysis)

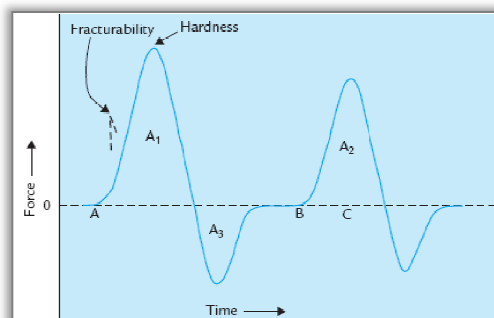
Група истраживач из *The General Foods Corporation Technical Center* поставила је



тест у коме се компресија хране обавља двапут, уз реципрочно кретање, и на тај начин имитира процес жвакања – кретања вилица. Из резултата обављеног теста добија се крива *сила – вријеме*, из које се изводе бројне виједности за својства текстуре, повезана са сензоском оцјеном истих (*Friedman и сар., 1963; Szczesniak и сар., 1963*). Принцип рада инструмента *General Foods Teksturometer – TPA* теста приказа је на слици 3.4. Узорак стандарног облика и величине „једног залогаја” постави се на основну плоче и двапут компримује и декомпримује уз помоћ покретне плоче, спојене с погонским системом.

Слика 3.4 – Приказ двоструке компресије код TPA теста (*Bourne, 2002*)

Да би се остварила имитација процеса жвакања, сила компресије треба да буде одговарајуће величине (компресија од 90%). На слици 3.5 приказана је типична крива која се добија примјеном GF текстурометра. Висина пика силе приликом прве компресије, у циклусу првог жвака, дефинисана је као тврдоћа. У тачки А почетак је прве, а у тачки В, почетак друге компресије. Ломљивост је дефинисана као сила код које се запажа – значајан прекид приликом првог угриза (испрекидана линија на слици – *Fracturability*). Однос површина позитивних сила, испод прве и друге компресије (A_2/A_1), дефинисана је као кохезивност. Површина A_3 (вриједност негативне силе приликом првог угриза) представља рад који је потребан да би се клип одвојио од узорка и означава адхезивност. Одстојање на које се храна враћа по висини током периода времена, између завршетка првог и почетка другог жвака (*BC*), дефинисано је као гипкост (еластичност).



Слика 3.5 – Типична TPA крива добијена GF текстурометром (*Bourne, 2002*)

Остала два текстурна показатеља добијају се израчунавањима односа измјерених показатеља (гумозност: *тврдоћа X кохезивност*; жвакљивост: *гумозност X гупност*). У опису ТРА, жвакљивост је дефинисана као енергија потребна за жвакање чврстог прехранбеног производа, а гумозност као енергија потребна за дезинтеграцију получврсте хране до стања спремног за гутање. *Szczsniak (1995)* је истакла да се ова разлика често занемарује и да се ова својства код одређивања међусобно искључују (не смију се наводити оба показатеља). Будућа истраживања на пољу инструменталних одређивања текстурних својстава свакако треба усмјерити ка прелазу с емпиријских тестова на тестове који посједују фундаменталне и имитативне принципе (*табела 3.11*).

Табела 3.11 – Поређење тестова за објективно мјерење текстуре

Систем	Предности	Недостаци
Емпиријски	Једноставно извођење Брзи Погодни за рутинску контролу квалитета Добра корелација са сензорским методима Велики узорци дају боље просјечне резултате	Нема фундаменталног разумијевања теста Непотпуна спецификација текстуре Произвољан поступак рада Не постоји могућности конвертовања података у други систем Обично „мјерење у једној тачки“ Отежана калибрација
Имитативни	Добро подражава жвакање или друге сензорске методе Добра корелација са сензорским методима Комплетно мјерење текстуре	Физички еквивалентна мјерења нису позната Произвољан поступак рада Ограниченост на јединице величине одгризања
Фундаментални	Познато шта се мјери Добра калибрација	Слаба корелација са сензорским методима Непотпуна спецификација текстуре Спорост у раду
Идеални	Лако извођење Брзи Погодност за рутински рад Добра корелација са сензорским методима Добра имитација жвакања Комплетно мјерење текстуре Добра калибрација Могу се примијенити и велики и мали узорци	Нема

Bourne, 2002

3.2.4. Инструменти за мјерење силе

Једна од могућих класификација инструмената за мјерење текстурних својстава је на основу промјенљиве и/или промјенљивих које се у тесту мјере (*табела 3.12*). По овом систему, класификација се обавља према поступку који се примјењује током испитивања (пенетрација, пробијање, кидање, сабијање, расјецање, увртање, итд.)

Табела 3.12 – Објективни методи мјерења текстурних својстава			
Метод	Мјерена величина	Јединица мјерења	Примјери
1. СИЛА	Сила (F)	mlt^2	
a. пробијање	F	mlt^2	<i>Magnes-Taylor, Effi-Gi</i>
b. истискивање	F	mlt^2	<i>Shear press, Tenderometer</i>
c. сјечење - расјецање	F	mlt^2	<i>Warner-Bratzler Shear</i>
d. мрвљење	F	mlt^2	-
e. увртање	F	mlt^2	<i>Rotary Viscometers</i>
f. деформација	F	mlt^2	-
2. ДИСТАНЦА	a. дужина	l	<i>Penetrometers, Deformation</i>
	b. површина	l^2	<i>Grawemayer Consistometer</i>
	c. запремина	l^3	<i>Bread volume, Juice volume</i>
3. ВРИЈЕМЕ	Вријеме (T)	t	<i>Ostvald Viscometer</i>
4. ЕНЕРГИЈА	Рад ($F \times D$)	ml^2t^2	-
5. ОДНОС	F или D или T	без димензија	<i>Specific gravity</i>
6. ВИШЕ ПРОМЈЕЊЉИВИХ	F и D и T	mlt^2, l, t	<i>Instron, TA.XTPlus</i>
7. ХЕМИЈСКА АНАЛИЗА	<i>c-концентрација</i>	%	<i>Alcohol insoluble solids</i>
8. ОСТАЛО	-	-	<i>Optical density, crashing sounds</i>

Bourne, 2002

3.2.4.1. Тест пробијања/пенетрације

Уређаји који раде на овом принципу сматрају се међу најједноставнијим и најраспрострањенијим инструментима за мјерење текстурних својстава хране. Карактеристике овог теста везане су за продор сонде (пробојца) у храну, уз изазивање иреверзибилног пробијања ткива или цурења хране. Тестом пробијања мјери се сила при константној дубини пробијања, а тестом пенетрације дубина или вријеме потребно да се постигне дата дубина, уз константну силу. Код криве сила/вријеме (растојање), у почетку, сила нагло расте током кратког пута кретања (продора) врха пробојца у материјал (слика 3.6). У овој фази дешава се деформисање материјала под оптерећењем и још увијек не долази до пробијања ткива. Ова фаза нагло се завршава када пробојац почне да продира у храну и тај тренутак се осликава изненадном промјеном нагиба (*приносна тачка*), а означава тренутак у коме пробојац у потпуности

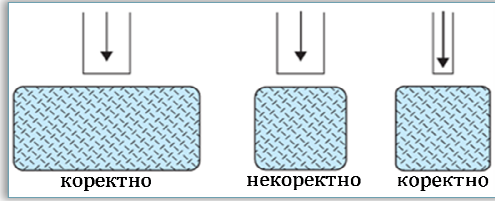


продире у храну, изазивајући иреверзибилне промјене, кидања или цурењем ткива, које се налази испод пробојца. Крајњи резултат исказује се индексом *тврдоће*, *чврстоће*, *жилавости* или неким другим текстурним својством хране.

Слика 3.6 – Тест пробијања/пенетрације

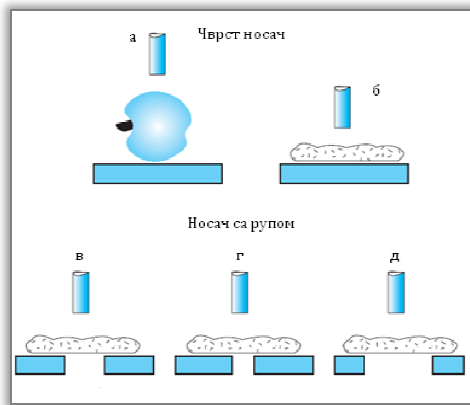
Инструменти за пробијање могу се разврстати у инструменте са једним пробојцем (*Magnes-Taylor, EFFI-GI, Bloom Gelometer*) и инструменте са више пробојаца (*Armour Tendereometer, Lynch-Mitchel Maturometar*). Прави тест пробијања подразумева да је величина узорка много већа од величине

пробојца и не би требало да постоји утицај углова, ивица и дебљине узорка на силу пробијања. Правог теста пробијања нема уколико дође до напрснућа, раздвајања узорка, нити истискивања хране испод самог пробојца. Опште је усвојено да пречник узорка треба да буде најмање троструко већи од пречника пробојца (слика 3.7).



Слика 3.7 – Геометрија узорка код теста пробијања/пенетрације (Bourne, 2002)

Такође, код теста пробијање мора се обратити пажња и на избор носача узорка. Уколико је узорак велик, пробојац продира у храну само плитко у односу на укупну величину узорка, па је правилно да се изабере пуна носећа плоча (а) (слика 3.8). У случају тањег узорка, постоји огроман ризик да се узорак компримује уз површину носеће плоче, па се добија комбинација теста пробијања и компримовања или искључиво тест компресије (б). Код мањих и тањих узорака, потребно је да носач има рупу смјештену централно испод пробојца (в). Ово омогућава да пробојац пенетрира читавом трасом кроз узорак и у том случају пречник ове рупе треба да износи 1,5 – 3 пута од пречника пробојца, како би се остварила одговарајућа носећа површина. Уколико је рупа скоро једнаког пречника као пробојац (г), тест прелази из правог теста пенетрације у „тест пробијања матрице“, код кога се цилиндрични комад материјала исјеца и утискује у рупу. Када је рупа на носећој плочи много већа од пробојца (д), постоји вјероватноћа да се узорак савије и тест из облика пенетрације, прелази дјелимично у тест савијања.



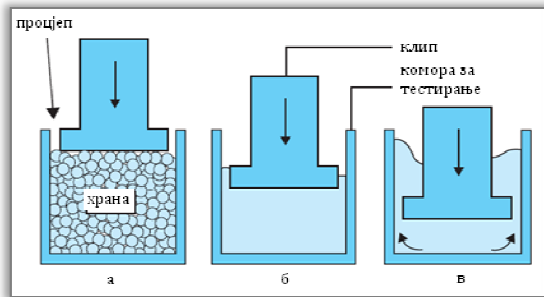
Слика 3.8 – Изглед носача код теста пробијања/пенетрације (Bourne, 2002)

На тест пробијања/пенетрације утиче велики број фактора: природа хране, величина и облик пробојца, број употребљених пробојаца, дубина пенетрације, брзина кретања пробојца код вискоеластичних намјерница, итд. Ипак, велика комерцијална примјена овог теста пољедица је читавог низа предности које га одликују: једноставност извођења; брзо спровођење теста; лакоћа уочавања разлика међу тестираним узорцима; погодност примјене за многе врсте хране; погодност примјене за различите величине и облике узорака, под условом правилног избора пречника пробојца; погодна примјена за хетерогене хране, јер се сваки састојак може понаособ испитати.

3.2.4.2. Тест екструдирања/истискивања

Тест екструдирања састоји се у примјени силе на узорак хране који протиче кроз један или више отвора у комори за тестирање. Храна се компримује док јој се структура не разори и затим се истискује кроз ове отворе. Као резултат теста мјери се максимална сила неопходна за истискивања узорка из коморе за тестирање. Пошто екструдирање захтијева да храна која тече буде под

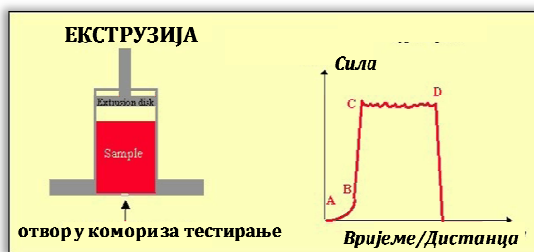
притиском, коришћење овог теста препоручљиво је за узорке који релативно лако теку под дејством силе (вискозне течности, гелови, масти, свјеже или прерађено воће и поврће). Једноставан тип оваквог теста је с повратним екструдирањем (храна се креће у супротном смјеру од смјера кретања клипа), када се узорка хране ставља у металну ћелију са отвором одозго (слика 3.9): а) клип се креће надоље и долази у контакт са узорком; б) храна се компримује и при томе може доћи до истискивања извјесне количине течности; в) храна се повратно истискује кроз процјеп (прстенсти зазор) између клипа и зидова



коморе за тестирање. У *Otawa* систему за мјерење текстурних својстава (*OTMS*) (*Voisey, 1971b*), екструдирање хране се обавља у истом смјеру као и кретање клипа. *Voisey u Nonecke (1972b)* су развили коморе за тестирање, које су квадратног пресека и висине 12,8 cm.

Слика 3.9 – Коморе за тестирање са повратним екструдирањем (*Bourne, 2002*)

Код примјене *Kramer Shear Press*, која се најчешће примјењује за одређивање текстурних својстава меса, користе се оба принципа; једна половина хране истискује се према напријед, кроз прорезе на дну коморе, а друга половина према натраг, између ножева који се спуштају према доље. Типична крива која се добија на некој од ових апаратура приказана је на слици 3.10. Између тачака А и В, храна се деформише и компримује, како би се испод клипа који се креће према доље, упаковала у простор који се све више смањује. Приближно у тачки В, храна је чврсто упакована и из намјерница са великим садржајем влаге (воће и поврће), почиње да излази течност која испуњава међупросторе. У тачки В или непосредно послје тога, паковање је чврсто, уз изузетак мале количине заробљеног ваздуха, па се сила нагло повећава између В и С, уз истискивање веће количине сока. У тачки С, отпочиње дезинтегрисање хране, узорак почиње



да тече кроз прстенсти зазор и овај процес се одвија до тачке D, у којој се мијења смјер кретања плоче за компресију и сила опада на нулу. Тачка С даје силу која је потребна да екструдирање почне, а растојање С-D даје силу која је потребна да се истискивање настави.

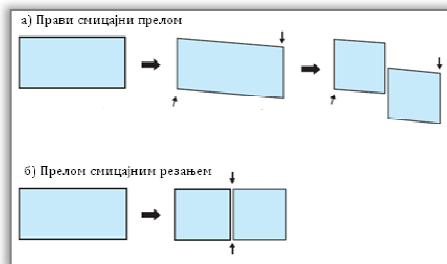
Слика 3.10 – Тест екструдирања/истискивања

Облик и величина криве екструдирање зависи од вискозитета, еластичности, виско-еластичности, понашања материјала приликом дезинтегрисања, величине узорка, брзине деформисања, температуре узорка, типа коморе, величине узорка за испитивање, као и хомогености узорка (*Voisey u cap., 1972*). Предности теста са повратним екструдирањем је у томе што се лако изводи; сила код почетка екструдирања не зависи од масе узорка; слободна течност не утиче на тестирање; брижљиво прање и сушење коморе за тестирање није неопходно након сваког тестирања. Могући недостатак овог теста је у томе што је некада потребна снажна сила, већа од могућности коју пружа универзална

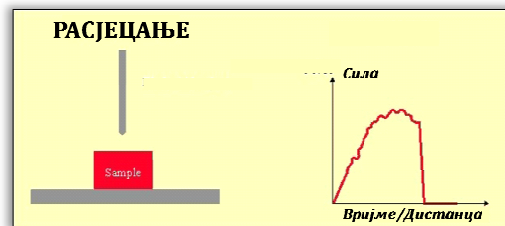
машина за тестирање. Такође је важно да клип буде одговарајуће површине и да се постави концентрично у односу на комору за повратно истискивање.

3.2.4.3. Тест сјечења/расјецања

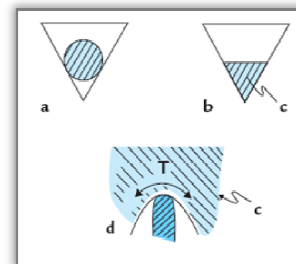
Термин „смицање”, углавном подразумева клизање дјелова тијела који се међусобно додирују један поред другог, у правцу паралелном са равни контакта под дејством тангентијалне силе. У тесту расјецања, термин „смицање” најчешће означава расјецање, којим се узорак дијели на два комада. Ова активност није иста што и право смицање, али је назив „смицање” уобичајен код одређивања текстурних својстава хране (слика 3.11). Да би се смањила конфузија око поимања термина „смицање”, *Halmos (1997)* је предложио термин „планарна пенетрација”, за опис принципа овога теста, док је *Bourne (2002)* предложио термин „резање смицањем”. На овакав начин мјери се максимална сила која се јавља током активности расјецања (слика 3.12). Најпознатија апаратура за извођење овог теста је *Warner-Bratzler Shear*, која се најчешће примјењује приликом мјерења текстурних својстава меса (*Warner, 1928*).



Слика 3.11 – Поређење термина „смицања” (*Bourne, 2002*)



Слика 3.12 – Тест расјецања/смицања

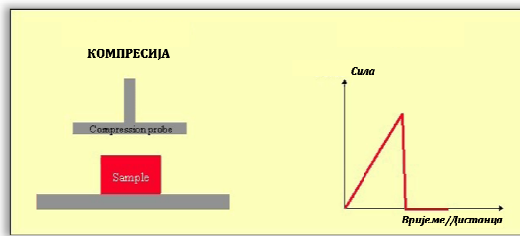


Слика 3.13 – Расјецање/смицање у троугаоном сјечиву *Warner-Bratzler Shear (Bourne, 2002)*

Код апаратуре *Warner-Bratzler Shear*, приликом расјецања/смицање успоставља се сложен напон, који је комбинција напрезања, компресије и смицања: (а) тест комада без напона; (b) деформација узорка. Уз компресију и испуњавање расположивог простора (с – узорак), пад напона дешава се код смицајног сјечива (d) (Т – смицајни напон) (слика 3.13). Код већине сјечива која се достављајују уз универзалне анализаторе текстуре, дебљина сјечива, угао отвора на њима и зазори између сјечива, варирају од једног произвођача до другог.

3.2.4.4. Тест компресије/сабијања

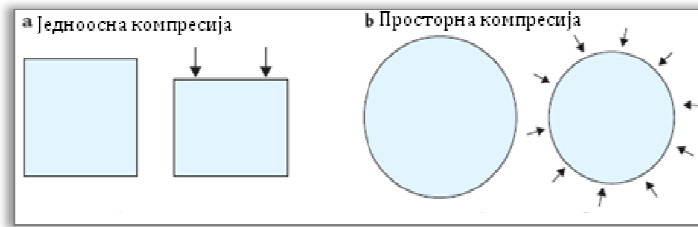
Код теста компресије, узорак се сондом деформише до одређеног растојања или % деформације и мјери се сила која упућује на одговарајуће текстурно својство (слика 3.14). Постоје два основна типа тестова компресије: једноосна и просторна компресија. Код једноосне компресије узорак се компримује у једном правцу, док у двије преостале димензије није ограничен (слика 3.15).



Слика 3.14 – Тест компресије/сабијања

На овај начин долази до промјене његовог облика. Запремина се не мијења, уколико је *Poisson*-ов однос $\mu = 0,5$. Уколико је $\mu < 0,5$, запремина се смањује. Што је засун вентила мањи од μ , то је смањење запремине веће.

Овај принцип испитивања користи се за чврсте намјернице и обично се обавља помоћу универзалне машине за тестирање. Плоча којом се обавља компресија



хране треба да буде већег пречника од узорка хране, јер, уколико је пречник плоче мањи од пречника хране, тест компресије прелази у тест пробијања.

Слика 3.15 – Упоредни приказ једноосне и просторне компресије (Bourne, 2002)

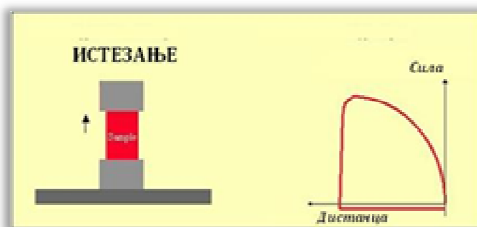
Једноосни тестови компресије за чврсту храну могу се разврстати у двије класе:

- (1) *Класа А*: неструктивни тестови, који се одликују малом силом компресије, како би се обезбедило да нема кидања, лома или било каквог другог иреверзибилног оштећења узорка. Овак принцип испитивања представља врсту деформације налик стискању хране у шаџи.
- (2) *Класа Б*: деструктивни тестови, код којих се сила компресије повећава до нивоа који обезбеђује лом узорка, изазивајући његово иреверзибилно оштећење. Овакав тип теста се користи код инструменталне анализе текстурног профила хране. Једноосна компресија може се примијенити и за получврсту храну уколико се узорак не ломи, већ тече између плоче за компресију, носеће плоче и носећег отвора.

Код просторне компресије узорак се компримује у три димензије, најчешће уз примјену хидрауличне пресе. Притом, мијења му се запремина, али облик обично остаје исти. Просторна компресија ријетко се користи за тестирање хране, због тога што је спора и и због потешкоћа обављања теста под условима дејства силе хидрауличне пресе.

3.2.4.5. Тест растежљивости/истезања

Испитивање растежљивости не користи се много у прехранбеној индустрији



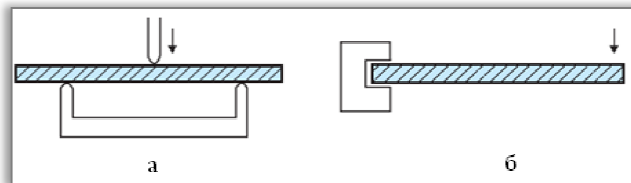
код одређивања текстурних својства, пошто процес жвакања почива на компресији, а не на растезању хране између кутњака. Без обзира на ову чињеницу, ипак обавља се неколико тестова за одређивање растежљивости.

Слика 3.16 – Тест растежљивости/истезања

Конвенционално испитивање растегљивости подразумијева да узорак пуца скоро тренутно по равни која је приближно нормална на раван растезања. Максимум силе представља јачину материјала на растезање (слика 3.16). Многе врсте хране се приликом подвргавања тесту растегљивости не кидају одједном. Кидање почиње појавом мале пукотине, која се полако шири кроз узорак током дужег временског периода, при чему пукотина не мора бити нормална на раван растезања. Током извођења теста може се јавити и по неколико пукотина, које се шире симултано. Проблем који се јављај код овог теста повезан је са придржавањем узорка, како би се омогућило да се кидање узорка оствари у самом узорку хране, а не у хватаљкама којима се храна придржава. *Kilcast и Roberts (1998)*, као и *Hoseney и Smewing (1999)*, дали су ревијални приказ постигнутих резултата у овој области, са назнаком да се мјерење код теста одређивања растегљивости тешко могу стандардизовати.

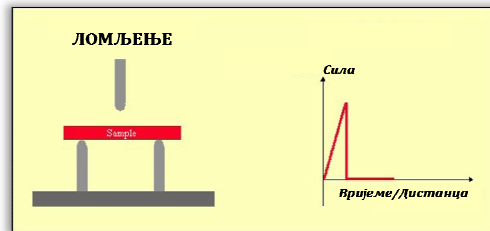
3.2.4.6. Тест ломљења/савијања

Тест ломљења/савијања обично се користи код хране која је у облику штангилица (штапића) или табли. Два типа апаратура које се најчешће користе приказана су на слици 3.17. Лијево је апаратура типа греде са три тачке (а), а десно, са једном тачком ослоња (б). У првом случају, комади хране леже на два ослоња, док се у трећој тачки обавља компресија хране све док се не преломи.



Слика 3.17 – Начин поставке узорка код теста ломљења/савијања (*Bourne, 2002*)

Код апаратуре типа греде са три тачке, мјери се сила која узрокује ломљење и распадање узорка на комадиће, карактеристично за узорке који су тврди и са малим степеном адхезивности. Степен ломљивости мјери се као хоризонтална сила којом се узорак одваја од тачке у којој дјелује вертикална сила (слика 3.18).



Слика 3.18 – Тест ломљења/савијања

Код случаја просте греде (б), узорак се придржава на једном крају и пушта да се слободно савија читавом својом дужином. Мјери се износ савијања, било одстојањем за које се неослоњени крај узорка помјера, било углом који он заузима у односу на хоризонталну раван.

3.3. КВАЛИТЕТ ТЈЕСТЕНИНЕ

Једноставан начин припрем, лак транспорт и изузетне погодности при складиштењу, довели су до тога да је тјестенина широм свијета достигла популарност, сличну оној који овај прехранбени производ има у својој постојбини. Прихватање, на први поглед ове „познате хране“, најчешће је

произвођаче да траже методе који су у могућности да оцјене квалитет тјестенине, једнако успјешно као субјективни, традиционално примјењени поступци у земљама Медитерана или Кине. У традиционално тјестеничарско-потрошачким земљама, као што је Италија, једино се текстурна својства и узимају у разматрање при оцјени квалитета тјестенине. Ова текстурна својства су директно повезане са одрживошћу (отпорношћу) производа током (*Smewing, 1997*):

- продаје: транспорт и складиштење;
- кувања у домаћинству; и поред тога што је квалитет куване тјестенине под утицајем укуса и индивидулне склоности потрошача, он се разматра као капацитет производа да задржи добра текстурна својства након кување и не постане љепљива, густа маса (*Troccoli u cap., 1999*).

Без обзира на то каква се тјестенина производи и троши, она као намјерница мора имати своје основне карактеристике које је чине употребљивом. Наравно, то све зависи од сировина и додатака употребљених за њену производњу, процеса производње, нарочито замјеса и мјешења тијеста, предсушења, стабилизације, те амбалажирања и транспорта, као и поступка кувања. Према већини (*Mrtinek u Milatpvić, 1965*) квалитетна тјестенина треба да:

- је правилно декларисана и да није упакована у жуту фолију (амбалажу);
- има одговарајућу форму и дужину која је стандардизована;
- је здравствено исправна;
- дуга роба не смије бити изломљена, а да остали облици нису испуцали (мраморирани);
- има искључиво природну боју (жуту од каротина, зелену од спанаћа, црвену од парадајза), итд;
- је својственог мириса;
- је правилно осушена, са одговарајућим садржајем влаге ($\leq 13,5\%$);
- је на површинском изгледу глатка, тј. да јој површина није храпава, оштећена, избраздана, нагрижена или запрљана;
- при благом савијању није ломљива;
- је прозачна, стакласта, без бијелих или тамних тачкица (пјега);
- садржи одређену количину протеина, угљених хидрата и минералних материја;
- има одређени степен киселости мјерен у 50%-ом етанолу сходно употребљеној крупици;
- има одговарајући квалитет при кувању сагледан кроз:
 - боју,
 - мирис и укус,
 - вријеме кувања,
 - постотак апсорпције воде,
 - степен бубрења,
 - проценат раскуваности,
 - текстурна својства куваног производа, итд.

Међутим, са становишта многих аутора, изглед готовог производа и понашање тјестенине током кувања два су најзначајнија фактора у оцјени њеног квалитета, од којих су становишта текстурних својстава најзначајнији:

- површинска текстура сушених облика (испуцалост и површинска глаткоћа), која је примарно повезана са квалитетом калуца (*Hummel, 1966, Donnelly, 1982*);
- чврстоћа и савитљивост појединих сушених облика тјестенине, који су повезани са условима под којим се изводе процеси екструдирања и сушења (*Medvedev, 1999*);

Концепт крајњег квалитета куване тјестенине, који је посљедица квалитетаних својстава полазних сировина, али и процеса проиизводње, обухвата (*Feillet, 1984*):

- оптимално (минимално/максимално) вријеме кувања, које одговара моменту при којем је скроб желатинизиран, тј. вријеме за које тјестенина има жељену текстуру и изнад којег се не распада;
- бубрење или количина воде коју тјестенина апсорбује током кувања;
- осјећаје које кувана тјестенина даје посматрањем и током конзумирања;
- стање површине, или степен распадања куваног производа, тачније, степен до којег су нити тјестенине међусобно слијепљене (*Feillet u cap., 1996; Smewing, 1997*).

3.3.1. Чиниоци који утичу на текстурна својства тјестенине

Уопштено гледајући, квалитет тјестенине зависи од великог боја чиниоца, прије свега, квалитета полазне сировине – пшенице, процеса прераде пшенице, технолошког поступка производње тјестенине, услова под којим се тјестенина складишти, као и начина њене припреме, односно кувања (*табела 3.13*). Одабир дурум крупице за производњу тјестенине базира се на оним чиниоцима које су значајни за развој тијеста и квалитетне карактеристике финалног производа – изглед и текстурна својства при кувању. У погледу задовољења текстурних својстава финалног производа, сировина за производњу тјестенине мора да:

- омогући одговарајуће обликовање тјестенине екстудирањем кроз калуце;
- утиче на стварање јаког, флексибилног крајњег производа без пуцања, са добром толеранцијом и стабилитетом током паковања и складиштења;
- погодују формирању прозачног осушеног финалног производа, глатке површине;
- обезбједи чврстоћу, еластичност, жвакљивост и минималну љепљивост куваног производа (*Feillet u Dexter, 1996*).

3.3.1.1. Утицај основне сировине

Квалитет прехрамбеног производа, укључујући и тјестенину, одређују два фактора – карактеристике основних сировина и технолошки параметри производње (*Medvedev, 1999*). Према *Правилнику о квалитету жита, млинских и пекарских производа, тестенина и брзо смрзнутих теста („Сл. лист СРЈ”, бр. 52/95)*, тјестенина је производ добијен мјешењем и обликовањем пшеничне крупице и воде, или мјешењем и обликовањем наведених састојака уз примјену додатих или помоћних сировина. Надаље, *Правилник* не дефинише врсту и квалитет пшенице, као ни квалитет крупице и брашна погодних за производњу одговарајуће врсте и облика тјестенине.

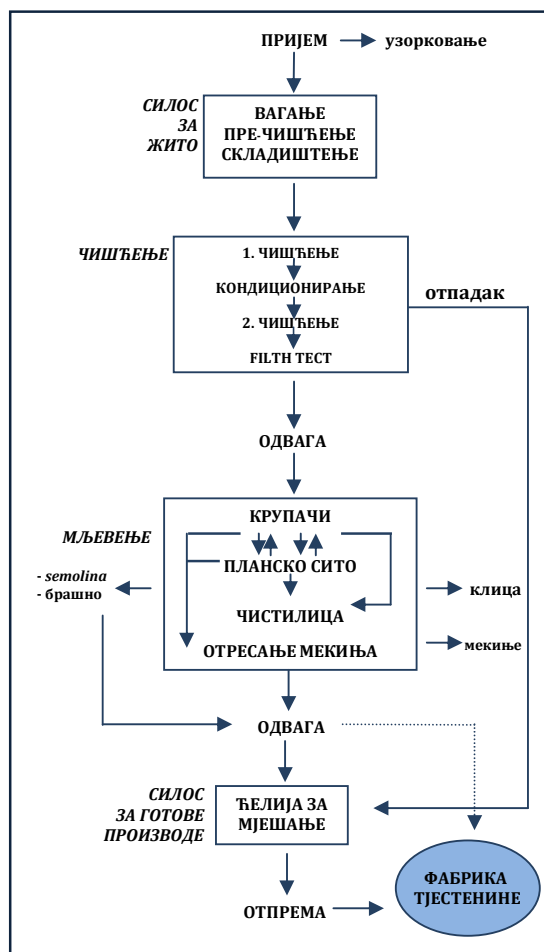
Табела 3.13 – Квалитетни фактори тјестенине					
КВАЛИТЕТНИ ФАКТОР	Позитивно својство или дефект	УЗРОК НАСТАНКА ПОЗИТИВНОГ СВОЈСТВА ИЛИ ДЕФЕКТА			
		Основна сировина	Мљење	Процес производње	Кување
ИЗГЛЕД ТЈЕСТЕНИНЕ:					
Испуцалост	<i>дефект</i>	Повећана клијавост; низак садржај протеина Замјена дурум крупице, крупицом од меке пшенице Оштећена зрна	Лоше чишћење; неодговарајуће складиштење; неодговарајуће чишћење крупице	Недовољно сушење; неадекватна хидратација и мијешење	
Бијеле пјеге	<i>дефект</i>				
Браон честице	<i>дефект</i>				
Тамне честице	<i>дефект</i>	Тамноклична зрна; оштећење зрна			
Површинска глаткоћа	својство	Висок садржај пигмената; низак садржај липоксигеназа	Одстрањивање клице	Тефлонски калупи Мијешање и екструдирање под вакумом; виша температура на почетку сушења; додаток јаја	
Жута боја	својство				
Браон нијанса	<i>дефект</i>	Висока <i>PPO</i> активност	Висок проценат екстракције	Продужена висока температура сушења	
ПОНАШАЊЕ ТОКОМ/ НАКОН КУВАЊА:					
чврстоћа	} својства	Висока стаклавост зрна; висок садржај протеина; јак глутен	Убацавање спољашњих дијелова ендосперма у крупицу	Савремени механички процеси; висока температура сушења	Оптимално вријеме кувања; мека вода за кување
отпор на распадање					
одсуство љепљивости					
низак садржај сувог остатка након кувања					

Feillet u Dexter, 1996

Вишевековна производња тјестенине показала је да се тјестеничарски производи најбољег квалитета добијају од мљевених производа тврде пшенице – *Triticum durum*. Неке земље, као што су Италија, Француска, Грчка, донијеле су прописе по којима се тјестенина може производити искључиво од дурум пшенице. Већина других земаља, Шпанија, Канада, Америка, и без одговарајућих прописа, традиционално за производњу тјестенине употребљавају крупицу добијену прерадом дурум пшенице.

Табела 3.14 – Основни аспекти квалитета дурум пшенице (Troccoli, 2000)

КВАЛИТЕТ ДУРУМ ПШЕНИЦЕ ЗА:					
Произвођача сјемена	Трговца житом	Пољопривредног произвођача	Млинску индустрију	Индустрију тјестенине	Потрошача
<ul style="list-style-type: none"> • чистоћа сорте • клијавост 	<ul style="list-style-type: none"> • набавка • стандардни квалитет и здрав. безбједн. • садржај протеина • hl-маса • садржај влаге 	<ul style="list-style-type: none"> • принос • квалитет и његова одрживост 	<ul style="list-style-type: none"> • садржај влаге зрна • нечистоће • hl-маса • уједначеност зрна • принос крупице • садржај пепела 	<ul style="list-style-type: none"> • гранулација крупице • садржај протеина • квалитет глутена • индекс жутоће 	<ul style="list-style-type: none"> • стандардни квалитет • изглед • квалитет кувања • добра цијена



У ствари, већина квалитетних својстава тјестенине – одговарајући изглед, добра текстурна својства, од којих најважнија: отпорност на лом осушеног производа и одрживост чврстоће током кувања, у потпуности се задовољавају употребом крупице (*semola, semolina*) од дурум пшенице (табела 3.14). Надаље, тјестенина направљена од 100% дурум крупице задржава боља текстурна својства уколико је прекувана, од тјестенине направљене од *aestivum* крупице (Antognelli, 1980; Dexter u cap., 1981a; 1983a; Kim u cap., 1989; Dexter u cap., 1990; Milatovic u Mondelli, 1991). У нашој земљи због недостатка дурума и његове знатно више цијене, за производњу тјестенине користи се брашно или крупица обичне пшенице – *Triticum aestivum spp vulgare*. Основни технолошко – економски циљ прераде дурум пшенице усмјерен је ка производњи високог приноса чисте крупице.

Слика 3.19 – Фазе мљењења дурум пшенице (Mondelli, <http://www.professional.pasta.it>)

На слици 3.19 приказане су неке најзначајније оперативне и функционалне фазе мљевења дурум пшенице, које су са технолошког аспекта потпуно супротне класичном млинском поступку прераде *aestivum* пшенице (Mondelli, <http://www.professional.pasta.it>). Са становишта прераде, један од најзначајнијих параметара квалитета дурум крупице свакако је гранулација. Гранулометријски састав крупице има велики утицај на способност везивања воде, а самим тим и на физичка и структурно-механичка својства тијеста, односно њихову чврстоћу и пластичност (Medvedev, 1999). Зато се и основне

Табела 3.15 – Гранулациони састав дурум крупице (Skendžić, 2000)

- прелаз преко 595 μm	0 – 1%
- прелаз преко 420 μm	5 – 10%
- прелаз преко 354 μm	15 – 25%
- прелаз преко 250 μm	30 – 40%
- прелаз преко 150 μm	10 – 20%
- дно	1 – 5%

разлике у захтјевима за квалитет крупице намјењене производњи тјестенине огледају у њеном гранулационом саставу. Не постоји јединствено мишљење у погледу оптималне величине честица *semoline*, мада се, традиционално, распон величине честица креће од 550 μm до 150 μm (табела 3.15) (Skendžić, 2000).

Произвођачи тјестенине у Сјеверној Америци захтјевају крупицу са већим честицама, што са млинарског аспекта представља теже остварив задатак и умањује проценат искоришћења полазне сировине. Истовремено, крупне честице, величине 400 – 500 μm , не успијевају потпуно да хидратишу при замјесу тијеста и задрже своју индивидуалност при пресовању. Све је већи број произвођача тјестенине који примјењује савремени поступак производње, којем одговара ситнија гранулација крупице, са присутношћу фракције брашна и до 25% (земље Европе) (Dexter u Matsuo, 1978). При производњи тјестенине од намјенског брашна за пекарство, са величином честица испод 150 μm , да би се постигао оптимум вискоеластичних својстава тијеста, мора се повећати садржај воде у тијесту. Овакво брашно мање је пожељно за производњу тјестенине, јер је везујућа способност глутена мања, а повећан садржај воде при замјесу захтијева дуже сушење производа. Усљед постојања разлика у својствима тијеста од намјенског брашна за пекарство (прашкастог) и намјенског брашна за тјестеничарство (дурум крупичавог) нема оправдања за њихово мјешање, јер доводи до погоршања квалитета производа од дурум крупице и нерационалног коришћења дефицитарног намјенског брашна од дурума за производњу тјестенине (Medvedev, 1999). У неким случајевима, најпогоднији гранулациони распон честица дурум крупице је од 130 – 350 μm . У постизању униформног протока крупице кроз хранилицу и одговарајућег развоја тијеста у континуалним пресима, крупица би требало да је што уједначенијег гранулационог састава (Troccoli u cap., 2000). У том случају, тежи се што уједначенијој гранулацији у ужем опсегу (приближно између 200 μm и 300 μm), са честицама оштрих ивица, добијених посебним процесом уситњавања ендосперма пшенице. Већина произвођача шпагета има своју сопствену распојелу честица крупице, а најчешће је постиже мјешавином крупица различитих добављача. Крупица са величином честица при пропаду кроз 610 μm и прелазу преко 320 μm погодна је за екструдирања дугих облика тјестенине у шаржном поступку производње, док је гранулација између 224 μm и 420 μm , погодна за екструдирање у аутоматском поступку производње. Данас се све више користи гранулација крупице испод 350 μm , јер при савременом технолошком поступку лакше прерадити у квалитетнији финални производ (Dexter u cap., 1994a).

3.3.1.2. Утицај градивних компоненти основне сировине

У највећој могућој мјери првокласан квалитет готовог производ зависи од квалитета основне сировине. Са технолошког аспекта, лош квалитет крупице увијек се негативно одражава на квалитет готовог производа, без обзира на то да ли је у питању производња домаће или индустријске тјестенине.

Количина влаге у крупици требало би да се креће у границама од 13,5 до 14,5%. Нижи садржај влаге смањује лаку апсорпцију воде у континуалном процесу екструдирања, док повишен садржај влаге изазива већу љепљивост тијеста, отежан пролаз тијеста кроз калупе, његово дуже сушење и слабу одрживост квалитета готовог производа, манифестовану већим процентом лома (*Abercrombie, 1980*).

Контаминент у виду пијеска или *grift*-а у комерцијалној *semolini* може да варира од 0,0008 до 0,049%, у зависности од поријекла пшенице и система манипулације у жетви. Током процеса екструдирања пијесак се лијепи за калупе и изазива појаву непожељних трагова у виду пруга и огреботина на танким зидовима тијеста (*Abercrombie, 1980*).

Постоји јединствено мишљење да је садржај протеина примаран фактор који утиче на квалитет тјестенине, док јачина глутена представља други фактор по значајности (*Matsuo u cap., 1972; Matsuo u cap., 1982b; Autran u cap., 1986; Autran u Feillet, 1987; D'Egidio u cap., 1990; Novaro u cap., 1993*). Дугогодишња истраживања у овој области довела су до сазнања да исти садржај протеина присутан у узорцима тјестенине може произвести различита реолошка својстава и понашање приликом кувања, а истовремено, указала да су квалитетне карактеристике глутена далеко важније у процесу производње тјестенине (*Trocchi u cap., 2000*). Крупица са садржајем протеина између 11,5 и 13,0% сматра се пожељном за произвођача тјестенине. Нижи садржај протеина проузрокује проблеме код хидратације у процесу мијешења, сушења финалног производа и утиче на крајњи резултат, дајући производ лошијег квалитета у погледу ломљивости. Садржај протеина је у високој корелацији са садржајем глутена, механичком отпорношћу сушене тјестенине, као и њеним квалитетом приликом кувања. Постоји јединствено слагање да узрок постојања разлике у квалитету кувања тјестенине лежи у постојању разлике у садржају и квалитету протеина у полазној сировини (*Autran u cap., 1986; D'Egidio u cap., 1990; Matsuo u cap., 1982b; Novaro u cap., 1993; Trocchi u cap., 2000; Del Nobile u cap., 2005*). Утврђено је да одговарајућа количина и квалитет глутена имају прије свега позитиван утицај на физичке особине тијеста у преси, али и на текстурна својства куване тјестенине (*Ames u cap., 1999*). Квалитет глутена, поред утицаја на смањење површинске љепљивости, позитивно утиче и на остала текстурна, као што су жвакљивост, чврстоћу, кохезивност, итд. (*Coles, 1991; Zweifel u cap., 2003*). Испитивањем квалитета тјестеничарских производа кувањем, произведених од сировине са различитим садржајем глутена (28 – 40%), имају приближно једнака текстурна својстава, па се сматра да је оптимални садржај глутена око 28%. Смањењем садржаја глутена испод ове границе прилично се повећава губитак суве материје при кувању, љепљивост и чврстоћа куваних производа, долази до губитка њиховог облика, јер количина глутена није довољна да чврсто сједињује и држи скробне грануле које клајстеризују и које, услед повећања запремине, нарушавају – кидају глутенску мрежу. Уколико је смањена количина и квалитет глутена у полазној сировини, примјеном

технолошког процеса производње тјестенине при високим (НТ) и веома високим температурама (УНТ) сушења, може се добити производ задовољавајућих текстурних својстава (*D'Egidio u cap., 1990*). При повећању садржаја глутена преко 40%, потребно је дуже вријеме кувања и кувани производи имају гумасту текстуру (*Medvedev, 1999; Bejarović, 2001*). Треба напоменути да све протеинске компоненте немају једнак утицај на формирање и карактеристике формиране протеинске мреже, односно на пластично-еластичне особине тијеста. Са гледишта тјестеничарске производње, највећу вриједност има глијадинска фракција, која има улогу везујуће компоненте – пластификатора, односно специфичног мазива, који омогућава течљивост скробних гранула, а с друге стране повезује скробне грануле у јединствену масу тијеста. На овај начин, остварује се боље пресовање тијеста кроз отворе матрице, као и очување одговарајућег облика. Прије свега, улога глутенина је у остварењу гипкости и еластичности сирових тјестеничарских производа. Једна од основних преимустава дурум пшенице у односу на *aestivum* је што при истом садржају протеина и глутена, дурум пшенице има знатно већи садржај глијадинске фракције у односу на глутенинску. И поред тога што глијадин има својство лијепка, он је знатно отпорнији на механичка и температурна дјеловања којима се подвргава тијесто у пужу пресе (*Ames u cap.; 1999; Kosmolak u cap., 1980; Payne u cap., 1984; Pogna u cap., 1988; Ruiz u Carillo, 1995b; Nieto-Taladriz u cap., 1997*).

Сагледавајући закључке већине радова који се баве утицајем протеина на крајњи квалитет тјестенине (*Matsuo u cap., 1972; Dexter u Matsuo, 1977; Matsuo u cap., 1982b; Autran u cap., 1986; Autran u Feillet, 1987; Dexter u cap., 1988; D'Egidio u cap., 1990; Novaro u cap., 1993; Marchylio u Dexter, 2001; Liu u cap., 1996; Marchylio u cap., 1998*), могла би се изнијети следећа запажања:

- Протеински матрикс, који настаје међусобним повезивањем протеина сулфидним, водониковим и хидрофобним везама, примарно је одговоран за вискоелстична својства куване тјестенине. Током кувања, % распадања је условљен квалитетом крупице и процесом производње тјестенине.
- Током кувања, слабљење протеинског матрикса, условљава веће изливање желатинозне масе, гранула скроба, која доводи до формирања гела на површини куване тјестенине, стварајући повећану површинску лепљивост тјестенине и већи % раскуваности.

Веома битан захтјев у погледу технолошког квалитета *semoline* свакако је низак ниво оштећености скроба. Тренутне тенденције у добијању *semoline* ситније гранулције (захтијеви процеса за брзу припрему тијеста и брзи процес сушења при веома високим температурама), доводе млинаре у незавидан положај, који већим % уситњавања крупице, проузрокују повећање оштећености скроба (*Resmine u cap., 1997*). *Linntas u D'Appolonia (1973)*, *Matsuo u Irvine (1975)*, као и *Lintas (1988)* објаснили су потребу систематског рада и бољег разумијевања утицаја скроба на квалитет куване тјестенине. *Marshall (1974)* је у свом раду навео чињеницу да природни гел скроба, који се формира током кувања, утиче на текстурна својства куване тјестенине. *Dexter u Matsuo (1979)* су уз примјене изолата скроба различитих житарица, утврдили да су чврстоћа и еластичност тјестенине у позитивној корелацији са садржајем амилозе.

3.3.1.3. Утицај процеса производње

Основни циљ процеса производње тјестенине јесте трансформација крупице у смјесу хомогене структуре, способне да сачува свој облик током поступка екструдирања и да га стабилизује током процеса сушења (*Medvedev, 1999*). Услови процеса производње тјестенине (мјешење, гњечење, екструдирање и сушење), утичу значајно на својства протеинског матрикса који се формира у тијесту. Овај матрикс дјелимично може бити нарушен (раскинут) усљед стреса, који се јавља у преси, и на тај начин проузроковати далеко бржу дезинтеграцију матрикса током кувања.

Једна од првих битнијих промјена у напретку технолошког поступка производње тјестенине везана је за употребу континуалне аутоматске пресе, која обезбјеђује велики капацитет и добар квалитет финалног производа. Значајно смањење времена замјеса, као и постизања што хомогенијег тијеста, оставрује се употребом предмјесилице (турбоспреја), која се налази у склопу савремене пресе. Основни циљ замјеса је да се добије зрнаста, ситногрудваста, сипкава маса, односно хомогено навлажена запремина тијеста (*Dalbon u cap., 1996; Debouz, 1996; Marchylio u Dexter, 2001*). Истовремено, рад система под вакумом, елиминише стварање ситних мјехура ваздуха и омогућује брже и потпуније влажење честица крупице, испаравање вишка воде и боље искоришћење реолошких својстава крупице током фазе комплетног обликовања. Влажан и згрудван материјал, подвргнут механичкој операцији гњечења, приморава се на сједињење, што доводи до стварања униформне масе, одговарајућег вискозитета и еластичности (*Matsuo u cap., 1978; Bushuk, 1985b, Dexter u Matsuo, 1978; Donnelly, 1982; Zweifel u cap., 2003*). Повећањем влажности тијеста, повећава се његова пластичност и течљивост, чиме се олакшава процес пресовања кроз отворе матрице, снижава притисак пресовања и повећања брзине истискивања, чиме се повећава и ефикасност пресе. Конкретни услови рада пресе током формирања тијеста захтијевају проналажење (емпиријским путем) оптималног односа брзине пресовања (истискивања сирових производа) и величине притиска пресовања. С једне стране, притисак мора бити довољно висок како би обезбједио довољну чврстоћу испресованих комада тијеста, а с друге не превисок, како не би изазвао ломљење (*Medvedev, 1999*). Такође, повећањем температуре до 60 °C, повећава се брзина истискивања и смањује притисак пресовања. Повећање пластичности и смањење вискозних својстава тијеста оставрује се усљед слабљења међумолекулских веза у структури тијеста. Оптимална температура тијеста на клипним пресама је око 55 °C. При вишим температурама долази до денатурације глутена и „затварања” скробних зрна које повезују глутен, што доводи до повећања њихове запремине и још више до очвршћавања („кувања”) протеинског матрикса. Тијесто постаје чврсто и тешко се формира. Код пужних преси, при гњечењу и помјерању тијеста ка матрицама, унутрашњи слој подлијеже сталној деформацији смицања и мијешања слојева. Такво дјелимично турбулентно кретање и повећање температуре тијеста преко 60 °C, условљавају да је глутен који се денатурише у сталном кретању и не може да створи постојану структуру све до проласка кроз отворе матрице. Високотемпературни режим замјеса (65 – 70 °C), поред повећања производности пресе од 10 до 15%, снижава утросак енергије за пресовање, не захтијева хлађење цијеви пресе, скарћује дужину сушења производа и спријечава њихово међусобно сљепљивање, стварањем осушених слојева на

површини сирових производа током хлађења у процесу продувавања (*Medvedev, 1999*).

У оквиру рада континуалне аутоматске пресе, екструдирање представља кључну операција, пошто у највећој могућој мјери одређује и количину и квалитет крајњег производа. Екструдер (цилиндар са спиралом) има двије истовремене функције:

- **технолошку**, која обезбјеђује хомогену хидратацију, континуалним проласком кроз мјесилицу, и
- **мехничку**, која омогућује континуално потискивање тијеста у главу пресе из које излази тијесто одговарајућег облика, кроз калупе са одговарајућим тефлонским матрицама, које доприносе бољем изгледу, одговарајућој површинској глаткоћи сушених, као и супериорном квалитету куваних облика тјестенине (*Dalbon u cap., 1996; Donelly, 1982; DeFrancisci, 2003*).

Притисак током процеса екструдирања значајно утиче на квалитет куване тјестенине, јер дјелује на стварање компактне структура, која ће опстојавати током кувања (*Pogna u cap., 1988; Abecassis, 1994; Ingelbreccht u cap., 2001; DeFrancisci, 2003*). Неодговарајући притисак може проузроковати цијепања и осипања тијеста унутар екструдера, што примарно утиче на оштећење структурне организације протеина и самим тим, на квалитета куване тјестенине. *Dalbon u cap., (1996)* истакли су да је за правилан рад екструдера најбољи притисак између 9–12,5 Мпа. *Debbouz u Doekott (1996)* су утврдили да се најбоља чврстоћа тјестенине остварује екструдирањем тијеста при апсорпцији воде од 31%, температури цијеви екструдера између 35 и 45 °C и брзин пужа око 25 rad/min.

Сушење тјестенине (температура, релативна влажност и проток ваздуха) најдужи је процес у производњи тјестенине од којег значајно зависи квалитет готовог производа (чврстоћа, стаклавост прелома, итд.). Уколико се тјестенина сушу исувише брзо, долази до бржег стврдњавања површине, што накнадно може проузроковати лом и испуцалост готовог производа, услед миграције воде из средишта ка површини. Појава површинске испуцалости, поред нарушеног изгледа готовог производа, доприноси и његовој слабијој структури, чије се посљедице најбоље огледају у инфериорном квалитету при и након кувања (*Feillet u Dexter, 1996*). Процес сушења започиње елиминацијом влаге из модификованог скроба и протеинских компонената. Надаље, постаје ригорозан у остварењу:

- физичко – хемијских промјена сировине у постизању што бољег крајњег изгледа производа и понашања при кувању, и
- одговарајућег садржаја влаге финалног производа.

Дуго времена тјестенина се сушила на нижим температурама ($LT \leq 60$ °C), како би се постигла микробиолошка и физичко – хемијска стабилност. Примјена високих (НТ–(60–85 °C)) и веома високих (УНТ–(85–110 °C)) температура сушења, донијела је веома значајан технолошки напредак у:

- смањењу утрошка енергије сушења и повећању продуктивности (краће вријеме сушења 2–3 h за кратку и 4–5 h за дугу робу),
- смањењу потребне површине простора за смјештање опреме, рачунато на јединицу производа,
- побољшању микробиолошке исправности готовог производа,

- производњи тјестенине са прихватљивим изгледом и супериорним квалитетом кувања (*Dexter u cap., 1981b, 1983a; Atkin, 1992; Grant u cap., 1993; Malcomson u cap., 1993; Novara u cap., 1993; Pollini, 1996; Medvedev, 1999; Cuq u cap., 2003; Abecassis, 1994*).

Допринос НТ сушења огледа се у побољшању тесктурних својстава тјестенине, укључујући смањење степена раскуваности и површинске љепљивости куваних производа, бољу чврстоћу и толеранцију на дуже вријеме кувања (прекуваност). Сматра се да су ови доприноси посљедица комбинације ефеката протеинског матрикса и модификације скроба. *Dalbon u cap., (1985)* показали су да шпагете осушене на вишој температури показује боља тесктурна својства од шпагета осушених на нижим температурама. Свакако, не треба занемарити чињеницу да су садржај и квалитет протеина главне одреднице у постизању одговарајућих тесктурних својстава тјестенине под НТ условима сушења (*Dexter u cap., 1981a; Feillet u cap., 1989*). Код НТ и УНТ сушења, јачина глутена има мањи утицај на квалитет куване тјестенине него код нижих температура сушења. НТ значајно модификује тесктурна својства тјестенине, која постаје компактнија, мање љепљива и истовремено смањује појаву видљиве нијансе црвене боје (*Dexter u cap., 1981; Abecassis, 1989*). УНТ сушење неће пружити бољи квалитета готовог производа од НТ режима. Напротив, при нарушеном режиму влажности током УНТ сушења, може доћи до тамњења површине производа, као резултат *Maillard*-ове реакције, као и до већег прегријевања производа. Поред тога, УНТ сушење је врло скуп поступак, јер захтијева врло квалитетан материјале производне линије, као и систем за прецизно контролисање параметара сушења (*Medvedev, 1999*). Управо због ове чињенице, сушење тјестенине у нашој земљи још увијек се одвија по ЛТ режиму, што може бити и један од узрока лошијег квалитета финалних производа у односу на увозне.

3.3.1.4. Утицај појединих додатака

Већина додатих састојака у замјес тијеста може поправити тесктурна својства куване тјестенине, поготово додаток свјежих јаја, јаја у праху, или јајног меланжа (*Giese, 1992*). Албумин из јаја доприноси бољој чврстоћи и смањују љепљивост куваног производа, ојачавајући његову протеинску мрежу (*Matsuo u cap., 1972; Milatovic u Mondelli, 1991*). У земљама гдје се за производњу тјестенине употребљава *aestivum* крупица, додаток јаја, поред доприноса у постизању привлачније боје, повољно утиче на побољшање нутритивних и тесктурних својстава финалног производа (*Kobs, 2000*). Додатак глицерол-моностерата доприноси стварању комплекса са скробом, што доводи до смањења сољубилизације и миграције амилозе из гранула скроба ка површини куване тјестенине, чиме се остварује позитиван ефекат у смањењу површинске љепљивости (*Matsuo u cap., 1986*). Такође, овај додаток у комбинацији са додатком сувог глутена, уз употребу НТ режима сушења, може довести до позитивног утицаја на смањење лома код тјестенине направљене од *aestivum* крупица (*Kim u cap., 1989*). Додатаком *L*-аскорбинске киселине може се побољшати чврстоћа протеинске мреже и на тај начин остварити побољшање у тесктурним својствима тјестенине (*Milatovic u Mondelli, 1991*). *Matsuo u cap., (1972)* су на основу својих испитивањима потврдили да албумин из јаја и пшенични глутен позитивно утичу на тесктурна својства куване тјестенине, док пшенични глијадин, протеини уљане репице и соје, утичу негативно.

Виталан пшенични глутен и протеини из сурутке у праху (Kobs, 2000) пожељни су као додаци, јер позитивно утичу на смањење љепљивости и повећања чврстоће куваних тјестеничарских производа. Међутим, ако се додатком брашна соје у одговарајућем проценту, повећава антиоксидативни статус тјестеничарских производа (Milo Ohr, 2003), треба имати на уму да протеини из сојиног брашна смањују чврстоћу и еластичност куваних производа (Kim *u cap.*, 1989; Kobs, 2000). За производњу тјестенине се као полазне сировине могу употребити пиринчано, кукурузно, кромпирово, хељдино брашно, као и брашно од леће или грашка. Међутим, протеини ових брашна нису у могућности да формирају чврсту глутенску мрежу, налик протеинској мрежи дурум пшенице, што доводи до испољавања лошијих текстурних својстава куваних производа (Giese, 1992, Brennan, *u cap.*, 2004).

3.4. ОДРЕЂИВАЊЕ ТЕКСТУРНИХ СВОЈСТАВА ТЈЕСТЕНИНЕ

Из претходног поглавља може се стећи закључак да су текстурна својства тјестенине углавном резултат утицаја већег броја чиниоца. Свакако, овим побројаним чиниоцима, треба придодати и услове кувања тјестенине: вријеме кувања, однос количине воде и тјестенине приликом кувања, тврдоћу и рН воде, вријеме које протекне између цијеђења и тестирања (Menger, 1979) као веома значајне факторе са различитим утицајем на текстурна својства куваног производа. Тврдоћа воде има велики утицај на површинску љепљивост (Alary *u cap.*, 1979; Menger, 1982; D'Egidio *u cap.*, 1981; Dexter *u cap.*, 1983a), док вријеме које протекне између цијеђења и тестирања, утиче на чврстоћу и љепљивост. Некад се примјењује нормално вријеме кувања (*минимално вријеме кувања* + 1-3 min); стандардно (фиксно) вријеме кувања (12-13 min); вријеме потребно да се тјестенина прекува (*нормално вријеме кувања* + 10-12 min); или вријеме до нестанка фаринозног слоја, што се утврђује притискањем комада тјестенине између двије стаклене или плоче направљене од плексигласа (Voisey *u cap.*, 1978a; Dexter *u cap.*, 1983a; Правилник бр.74/88). Потрошачка наклоњеност ка одређеним текстурним својствима куване тјестенине варира широм свијета, али оно што свакако прво пада на памет, односи се на италијански израз *al dente*, који означава висок степен опстојавања текстурних својстава (чврстоћа и еластичност) током конзумирања куване тјестенине. Генерално је прихваћено да је најважнији критеријум у процјени квалитета тјестенине, базиран на оцјени текстурних својстава: оцјена површинског интегритета и еластичност сушених, као и чврстоће, жвакљивости и површинске љепљивости куваних облика. Побројана својства могу се одређивати уз примјену сензорских и инструменталних поступака.

3.4.1. Дефиниције текстурних својстава тјестенине

Механичка текстурна својства примарно су важна за квалитет тјестеничарских производа. Ова својства повезане су са одговором тјестенине на дејство силе и могу се дефинисати на основу класификације коју је предложила Szczesnika (1963), а прилагодио Malcomson (1991) (табела 3.16).

Табела 3.16 – Дефиниције текстурних својстава шпагета

Параметар	Дефиниција
Ломљивост (<i>brittleness</i>)	односи се на силу потребну да се тјестенина изломи на комаде
Чврстоћа (<i>firmness or hardness</i>)	представља степен отпора на први угриз и сензорски се дефинише као потребна сила да би се прегризла тјестенина зубима
Кохезивност (<i>cohesiveness or consistency</i>)	дефинисана као сила унутрашњих веза које одржавају структуру тјестенине
Еластичност (<i>elasticity or springiness or recovery</i>)	показује способност враћања тјестенине у првобитно стање након престанка дејства силе
Жвакљивост (<i>chewiness</i>)	дефинисана као вријеме потребно за жвакање узорка, уз један жвак по секунди, за смањење тјестенине на конзистенцију прикладну за гутање
Љепљивост (<i>stickiness or adhesiveness</i>)	сила са којом површина тјестенине пријања за материјал (тањир, посуда), или за прсте, зубе, непце
Растреситос (<i>bulkiness or clumpiness</i>)	дефинисана је као дио (процент) адхезије између нити куваних шпагета; повезана са лепљивошћу
Збијеност око зуба	степен до којег се кувани узорак сабија око зуба током и након жвакања

(Malcomson, 1991; Feilet и Dexter, 1996)

3.4.2. Сензорски методи оцјене

Сензорска анализа је јединствена снага праћења сензорских својстава хране, јер је најближа потрошачкој оцјени и највише поуздан тест, који омогућава свеобухватнију оцјену сензорских карактеристика прехранбеног производа, тиме и тјестенине. Она чини најважнију референцу наспрам резултата добијених хемијским или инструменталним методима и њиховим поређењем омогућава прихватање, одабир или побољшање било којег другог метода. Упркос предности која се даје сензорским методима, сензорски поступци често се критикују, оспоравају, придодјељујући им утицај субјективности приликом спровођења. Ипак, овакво размишљање је лаичко и проузроковано непознавањем принципа савременог сензорског аналитичког поступка. Сензорски методи, који су усмјерени ка процесу стварања или побољшања производа, морају имати и имају све елементе аналитичког поступка (знање, простор, опрема), како би резултати испитивања задовољили све елементе објективности. Валидност резултата сензорског испитивања оставрује се употребом панела као мјерног инструмента, са одговарајућим бројем одабраних и утренираних оцјењивача, одговарајућег сензорског метода, уз извођење испитивања под стандардизованим условима и употребу адекватне статистичке обраде података. Субјективност у сензорским тестовима приписују се искључиво тестовима који у свом испитивању укључују потрошаче, јер се на тај начин стиче увид о њиховој допадљивости и наклоности ка одређеној врсти прехранбеног производа. Larmond и Voisey (1973) међу првим истраживачима су за оцјену чврстоће, жвакљивост, гуминозност и адхезивност шпагета употребили утренирани панел оцјењивача. Довођењем у везу резултата испитивања од стране овог панела, са резултатима потрошачких тестова, дошли су до податка да је наклоност потрошача више усмјерена ка чвршћим, елатичнијим куваним шпагетама, чије нити нису међусобно слијепљене. Надаље, њихови резултати показали су да су чврстоћа и жвакљивост довољни показатељи у предвиђању потрошачке прихватљивости. У каснијим проучавањима (Voisey и сар., 1978а), исти панел био је у могућности да направи

разлику у квалитету различитих узорака шпагета, када су у питању чврстоће, еластичности, адхезивности и проценат лома. Остварени су и покушаји квантификовања површинска љепљивост куване тјестенине, који су укључивали примјену оралне (*Kovach u cap., 1997; Voisey u cap., 1978b*) и не-оралних технике (визуелна и палпаторна) (*Voisey cap., 1978a*). Међутим, 1979. година сматра се пресудном у сензорској оцјени тјестенине, јер пружа увид у резултате експерименталног проучавања од стране *The European Common Market Commission*.

3.4.2.1. Метод бодовања

Бројни су били покушаји да се већина сензорских својстава тјестенине систематизује и оцјени уз примјену метода бодовања. *Menger (1982)* је развио бодовни система за оцјену квалитета сушене и куване тјестенине, за 6 параметара повезаних са некуваним и 17 повезаних са куваним производом. Некуваним својствима припадало је 30% од укупног броја бодова, а куваним, (задржавање облика, својства површине, чврстоћа, укус и мирис) 70%. *The International Standards Organization (ISO) (1985; 2008)* развила је стандардни метод за сензорску оцјену куваних шпагета. Примјена овог метода базирана је на оцјени чврстоће и љепљивости куваних шпагета уз примјену утренираног панела. Приликом оцјене користи се серија референтних фотографија за оцјену површинске љепљивости, а чврстоћа на основу загриза. Бодови за сваки појединачни параметар крећу се од 1 – 9, у смјеру који прати побољшање квалитета. У Француској, код сензорске оцјене куваних шпагета анализирају се само љепљивост и волуминозност. Два времена кувања: Т + 6 минута и Т + 11 минута (Т представља минимално вријеме кувања) примјењују се код припреме узорака, а оцјена се спроводи на основу референтних фотографија.

Табела 3.17 – Сензорска оцјена куваних шпагета (*Cubadda, 1988*)

Број бодова	Љепљивост	Волуминозност	Чврстоћа
< 20	веома висока	веома висока	одсутна
40	висока	висока	слаба
60	слаба	слаба	довољна
80	скоро присутна	скоро присутна	добра
100	не постоји	не постоји	веома добра

У Италији се методом бодовања оцјењују љепљивост, чврстоћа и волуминозност (*D'Egidio u Nardi, 1996*). Љепљивост и волуминозност оцјењују се визуелно и палпаторно, док се чврстоћа оцјењује орално. За оцјену су потребна најмање три одабрана и утренирана оцјењивача, који сваки од ова три показатеља оцјењују одвојено, бодовима од 0 – 100 (табела 3.17). Крајњи резултат добија се на основу аритметичке средине остварених бодова. Одличан квалитет тјестенине карактерише се бројем бодова изнад 80, средњи 40 – 80, док се лошим квалитетом сматра тјестенина са бројем бодова испод 40.

3.4.2.1.1. Метод бодовања по *Schneeweiss-Milatović-у*

Према *Schneeweiss-Milatović-у*, тјестенина се према постигнутом броју бодова (табела 3.18) реазврстава у следеће категорије (*Martinek u Milatović, 1965*):

- врло добра (100 – 98 бодова),
- добра (98 – 96 бодова),

- задовољавајућа (96 – 92 бода),
- незадовољавајућа < 91 бода.

Табела 3.18 – Систем бодовања по <i>Schneeweiss-Milatović</i> -у		
Квалитетни фактор	Остварени број бодова	Максимални број бодова
1. <u>Спољњи изглед</u>		10
а) дужина б) облик		
2. <u>Површински изглед</u>		12
а) боја б) стаклаост в) стање површине (глатка или храпава)		
3. <u>Еластичност</u>		16
а) отпорност на прелому б) еластичност при прелому в) изглед прелома		
4. <u>Својства при кувању</u>		20
а) љепљивост б) губитак при кувању		
5. Мирис куване тјестенине		17
6. Укус куване тјестенине		25
УКУПНО:		100
<i>Martinek u Milatović, 1965</i>		

3.4.2.1.2. Метод бодовања на Новосадском сајму

У нашој земљи се за потребе сајамске оцјене дуго примјењивао метод бодовања, приказан у табели 3.19 и слици 3.21 (*Kaluđerški u Filipović, 1998*).

Табела 3.19 – Метод оцјене тјестенине на Новосадском сајму	
Особина која се оцјењује	Максимални број бодова
• спољњи изглед	6
• изглед	15
• еластичност	9
• својства при кувању	40
• укус и љепљивост куване тјестенине	20
• мирис куване тјестенине	10
УКУПНО:	100

За појаву грешке у спољњем облику тјестенине, треба одбити одговарајући број бодова и то:

- 1 бод ако је тјестенина неуједначена по дужини, односно по ширини,
- 2 бода ако тјестенина осјетно одступа по дужини, ширини, дебљини,
- 3 бода ако је тјестенина неуједначена, деформисана и сљепљена.

За поједине грешке изгледа тјестенине треба одбити:

- 5 бодова ако тјестенина садржи већи број бијелих и тамних пјега, с тим да је површина глатка и сјана,
- 8 бодова ако тјестенина поред бијелих и тамних пјега има храпаву површину без сјаја и неуједначену боју,
- 10 бодова ако је тјестенина мраморирана и испуцала.

За поједине грешке код еластичности тјестенини треба одбити:

- 2 бода за средње савитљиво тијесто,
- 5 бодова за слабо савитљиво тијесто са оштром површином прелома,
- 7 бодова за врло слабу савитљивост тијеста и неравну оштру површину и брашнаву површину прелома.

Зависно од апсорбоване количине воде, одбије се:

- 5 бодова ако количина воде износи до 150 цм³.

Зависно од износа повећања волумена тјестенине, одбија се:

- 3 бода за повећање волумена од 1,5 - 2,0 пута у односу на почетну вриједност.

Зависно од процента раскувавања тјестенине, одбија се:

- 10 бодова уколико степен раскуваности износи од 12 - 15%,
- 20 бодова уколико степен раскуваности износи више од 18%.

Зависно од мириса куване тестенине, одбија се:

- 2 бода за тјестенину са јачим мирисом јаја или других додатака,
- 5 бода за сваки страни мирис који није својствен куваној тјестенини.

Зависно од укуса куване тестенине, одбија се:

1. 3 бода за тјестенину са недовољно ароматичним укусом,
2. 10 бодова за тјестенину са веома слабом аромом и која се лијепи,
3. 20 бодова за тјестенину са укусом који није својствен куваној тјестенини.

64. МЕЂУНАРОДНИ ПОЉОПРИВРЕДНИ САЈАМ ОЦЕЊИВАЊЕ КВАЛИТЕТА ПРОИЗВОДА 1930 - 1997. ОЦЕЊИВАЧКИ ЛИСТ ЗА ТЕСТЕНИНЕ			
Редак број оцењивача	Шифра узорка	Оцењивач број	
Одлика експоната	Максимални број бодова	Оцена	Примедба
1. Спољашњи облик	6		
2. Изглед	15		
3. Еластицитет	9		
4. Својство при кувању	40		
5. Мирис куване тестенине	10		
6. Укус и лепљивост куване тестенине	20		
З Б И Р	100		
Својства амбалаже	Максимални број бодова	Оцена	Примедба
1. Естетски изглед и функционалност	30		
2. Оригиналног амбалажног решења	20		
З Б И Р	50		
Нови Сад, _____		Потпис оцењивача _____	

Слика 3.20 – Оцењивачки лист за оцјену тјестенине на Новосадском сајму

На основу резултата оцењивања тјестенина се класификује као:

- | | |
|------------------------------|-----------------|
| 1. Врло добра тјестенина | 90 – 100 бодова |
| 2. Добра тјестенина | 80 – 89 бодова |
| 3. Задовољавајућа тјестенина | 70 – 79 бодова |
| 4. Слаба тјестенина | < 70 бодова. |

3.4.3. Инструментални методи оцјене

Будући да су објективне анализе брзе, тачне, репродуктивне, велики број инструмената се све више примјењује у обезбјеђењу оптималног квалитета

производа. Многа истраживања била су усмјерена ка објективних методи за одређивања текстурних својстава хране, услед потешкоћа у стандардизацији сензорских метода и постојању разлика у сензорским дефиницијама појединих својстава, тиме и немогућности поређења резултата између лабораторија у различитим земљама. Додатно, примјена сензорског панела за оцјену великог броја узорака, који су количински лимитирани, често је тешко остварљива. Међутим, перцепција текстуре укључује комплексан одговор на одређени број физичких и психофизичких својстава, која не могу да се препокрију инструменталним одређивањима. *Bourne (1982)* је утврдио да не постоји инструмент који је у могућности да одреди праг сензитивности механичких покрета који се могу јавити приликом конзумирања хране. Оно што треба имати на уму, односи се на чињеницу да инструментални и хемијски поступци одређују изоловане аналитичке параметре, док се сензорским поступком, већина текстурних својстава често приказују кроз свеукупни (здружени) утисак. Надаље, додатна потешкоћа у инструменталним одређивањима односе се на установљење параметара којима се могу повезати инструментална и сензорска испитивања (*Pribiš, 1997; (Pestorić u cap., 2005)*). На основу свега изнијетог, може се закључити да један инструментални метод треба да има следеће карактеристике:

- високу корелацију са сензорском оцјеном мјерених текстурних својстава,
- лако извођење и репродуктивност између лабораторија,
- могућност у распознавању узорака са малим квалитетним разликама (високу осјетљивост).

Различити инструменти били су развијени за одређивање текстурних својстава хране. Међу овим инструментима, налазе се и они који служе за одређивање текстурних својстава шпагета (*Binnigton u cap., 1939; Glabe u cap., 1957; Harris u cap., 1958; Holliger, 1962*), као и већина других комерцијално направљених инструмената за текстурну анализу многих врста хране, који су нашли примјену и у оцјени и тјестеничарских производа (*Kramer Shear Press, General Food Texturometer, Ottawa Texture Measuring System, Instron Universal Tester, TA.XT Texture Analyser, TA.XT^{Plus} Texture Analyser*, итд.). Генерално, ови тестови базирани су на мјерењу напона, сила истезања, смицања расјецањем, компресије, адхезије или комбинацији ових сила. Заједнички механизми ових одређивања су ћелија која придржава узорак, систем за праћење дјеловања силе, деформација узорка и одговарајуће вријеме дјеловања силе и % компресије. Тест може бити изведен уз примјену поступка силе истезања или сабијања, уз примјену великог броја ћелија које доприносе свестраној примјени теста. Предност универзалних тест машина (UTM) огледа се у томе што се иста основна машина може конфигурирати за различите врсте испитивања.

Даља предност је у томе што се комплетна историја истраживања налази у меморији, па се могу сагледати све промјене до којих је дошло, укључујући брзину промјена (нагиб), максималне силу (пикове), дешавање ломова (нагло смањење силе), површину испод криве (рад), а често и друге параметаре од интереса.

а) UTM – универзална тест машина

Инстрон је најчешће примјењљив инструмент широм свијета, опремљена мјерним ћелијама (*Kramer Shear Press, Ottawa Texture Measuring System*, итд.) за одређивање текстурних својстава различите врсте прехранбених производа. *Walsh (1971)* је први описао тест компресије уз примјену *Инстрона* на узорцима

куваних шпагета, примјењујући оштрицу (зуб) направљену од плексигласа. Чврстоћу је исказао као износ рада (g-cm), неопходан да обави расјецање нити куваних шпагета. Добијени резултати показали су добру повезаност са резултатима сензорског мјерења чврстоће. *Oh и сар., (1983)* су исту технику примјенили код нудли, пресецајући 3 нити нудли са оштрицом од плексигласа, која је посједовала заобљене ивице контактне површине. Добијени резултати такође су показали добру повезаност са резултатима сензорске оцјене чврстоће и жвакљивости. Након утврђивања потрошачке реакције при конзумирању тјестенине, која се односила на еластичност, чврстоћу, *Voisey и Larmond (1973)* тестирали су примјену различитих врста ћелија на *Инстрону* за тестове компресије, расјецања и истезања. У односу на примјењену ћелију, аутори су добили различита облике кривих: нагиб, максимум, површину испод криве и енергију. Нагиб је представљао мјеру чврстоће, максимум криве кохезивност, површина испод криве комбинацију чврстоће и кохезивности, а енергија укупан индекс за текстурна својстава. На основу варијабилности и осјетљивости резултата, као и повезаности са резултатима сензорског испитивања, аутори су дошли до закључка да је ћелија са више оштрица – *MSC-multiblade shear cell* била најбоље примјењен систем за оцјену текстурних својстава куваних шпагета. Овај метод послужило је у мјерењу силе за истовремено расјецање 100 нити куваних шпагета при константном % расјецања. *AACC (2000)* метод прилагодио је тест компресије за тјестенину по овом принципу. У овом тесту 5 нити куваних шпагета ресјецају се и чврстоћа се исказује преко енергије (рада) g-cm. Пошто постоје варијације имеђу и унутар нити куваних шпагета, веома је важно да се мјери више од једне нити шпагета. За кратку тјестенину није примјењив тест са једним ножем-оштрицом, већ *Крамерова ћелија* са више оштрица. *Voisey и Larmond (1973)* су пронашли да су инструментална читавања при тесту расјецања, добијена уз примјену ћелије са више оштрица, ближе повезана сензорским резултатима, што би се могло приписати силама расјецања и компресије, које више имају учешћа у процесу мастикације од силе истезања. *Voisey и сар., (1978а)* су проучавали однос између инструменталних читавања, добијених уз примјену *MSC of Ottawa Mesuring System*-а на *Инстрону* и резултата сензорне оцјене чврстоће, еластичност и проценат лома. Дошли су до закључка да су читане вриједности силе у просјек биле у доброј повезаности са свим сензорским оцјенама, посебно са оцјеном жвакљивости. Посебна истраживања обављена су на пољу инструменталних одређивања љепљивости (*Voisey и сар., 1978б*) на универзалној *Instron Testing Machine*, која је била опремљена са посебно дизајнираном ћелијом са двије равне алуминијумске плоче. Ово је захтијевало ћелију са двије снаге, неопходне за истовремено гурање тањира и силе истезања за повлачење плоче. Горња плоча (40 kg) спуштала се константном брзином према узорку, са силом компресије до одређеног износа. Контакт између плоче и узорка био је у трајању од 30 s, након чега се примјењивала сила истезања (појединачно повлачење плоче). Максимално забиљежена сила током раздвајања плоче била је узета у разматрање као резултат који исражава индекс љепљивости. Инструментална читавања нису била доведена са сензорском оцјеном адхезивности, вјероватно због утицаја пљувачке која није симулирана инструментално, али су била доведена у везу са сензорском оцјеном љепљивости, добијеном уз примјену палпаторне технике. *Kim и сар., (1989)* су током прилагођавања технике за одређивање љепљивости на *Инстрону*, забиљежили неке потешкоће са мјерењем, приписујући их утицају извјесне количине воде која се ствара на површини узорка током дјеловања

силе компресије. Према овим ауторима, повећана љепљивост резултат је прекуваности узорка, који на извјестан начин може избјећи примјеном ниже вриједности силе компресије током поступка сабијања узорка. Каснија истраживања потврдила су ове чињенице, односно допринијела су сазнању да су инструментални метод за одређивање површинске љепљивости отежани услед утицаја већег броја фактора: садржаја воде на површини куване тјестенине; промјене у површинским својствима, као разлог неодговарајућег времена који протекне од момента цијеђења и самог мјерења; потешкоће у сабијању узорка за мјерења и одабир коректне силе компресије и брзине дјеловања клипа (*Smewing, 1997*). *Dalbon u cap., (1985)*, као и *Wood u cap., (2001)*, мјерили су љепљивост шпагета уз примјену константне силе компресије са равним клипом. Њепљивост је била исказана површином испод криве сила-растојање. *Guan u Seib (1994)* су дизајнирали сонду са више контаката; једног за сабијање узорка и други који тај узорак придржава током извођења теста љепљивости. Њепљивост је била дефинисана као пик силе истезања и укупан рад утрошен на одвајање сонде од површине узорка. *Dalbon u cap., (1985)* су примјенили *Инстрон* машину са хелијом за компресију и равним клипом, код одређивање компресије и еластичности куваних шпагета. На 8 нити куваних шпагета дјеловало се максималном силом од 1750 g. Ови аутори су пронашли да је лимитиран броја узорака, са вриједностима: ниска компресибилност, висока еластичност и ниска љепљивост, показао добар сензорни квалитет, оцјењен од стране панела оцјењивача. Резултати мјерења чврстоће на *Инстрон*-у били су доведени у везу модулима динамичког вискозитетом, одређеним динамичким реометром (*Edwards u cap., 1993*) и утврђена је висока повезаност, која је указала на осјетљивост динамичког реометра на промјене у чврстоћи тјестенине. Еластичност и јачина лома тјестенине такође могу бити измјерени примјеном УТМ машина, примјеном теста истезања (растегљивости)/сабијања (компресије). Међутим, тест истезања показују оперативне потешкоће у придржавању крајева нити куваних шпагета и обезбјеђење кидања узорка дуж истегнутог дијела нити. Максималне вриједности стреса/напона, добијених тестом истезања/сабијања, пружају увид у отпор који пружа кувана тјестенина на цијепање/лом, док пређени пут/растојање, указује на остварену еластичност/пружљивост/растегљивост (*Smewing, 1997*). *Voisay u Larmond (1973)* су пронашли повезаност између резултата добијених тестом истезања са сензорском оцјеном чврстоће и жвакљивости.

b) *Grain Research Laboratory Apparatus*

Matsuo u Irvine (1969) су међу првима описали апаратуру за мјерење њежности (чврстоћа/мекоћа) куваних шпагета уз примјену *The Grain Research Laboratory (GRL) Tenderness Tester*-а. У сврху имитације теста загриза, овим апаратом измјерио се и забиљежио удио (%) кретања оштрице ножа, под континуалним повећањем силе на оштрицу, кроз узорак куваних шпагета. Добијена резултујућа крива тумачила се кроз % сјечења; нагиб средишњег дијела криве, гдје је отпор према сјечењу/расјецању био дефинисан као T – индекс њежности (*Tenderness Index*). Високе вриједности T указују на меке узорке, док су ниже вриједности карактеристичне за тврђе шпагете. Надаље, било је омогућено мјерење и других текстурних својстава, примјеном апаратуре са тупом оштицом сјечива. Тест је симулирао компресију, а као резултат послужио је одзив (отпор) узорка на примјењену силу (*Matsuo u Irvine, 1971*). На основу добијене криве овог теста било је могуће добити крајњи резултат као израз квалитета, из односа: R (recovery)/ C (compressibility) $\times T$ (tenderness index) (*Dexter u Matsuo,*

1977). Већи износ збирног резултата указује на бољи квалитет текстурних својстава куване тјестенине. *Matsuo u Irvine (1974)* су повезали резултате текстурних својстава лимитираног броја узорака добијених уз примјену *GRL Tederness Tester*-а са сензорском оцјеном, као и са резултатима инструменталних одређивања (*Voisey, 1971a*) на *Инастрону* и *Ottawa Texture Measuring System*-у. Резултати ових испитивања утврдили су постојање негативне повезаност *T – индекс њежности* са сензорном оцјеном чврстоће, као и са отпором на расјецање, добијеним на *Инастрону*; негативну повезаност између *GRL Tederness Tester* компресибилности и сензорске оцјене чврстоће; позитивну повезаност између *GRL Tederness Tester* еластичности и сензорске оцјене чврстоће и жвакљивости, као и силе отпора добијене на *Инастрону*. Такође, исти аутори дошли су до закључка да се сензорски оцјењена чврстоћа може довести у везу са загризом (*индекс њежности*), са активношћу кутњака на жвакањеа, као и са еластичношћу, док се жвакљивост могла повезати искључиво са еластичношћу. Евидентно да је *GRL Tederness Tester* био употребљив за одређивање чврстоће и жвакљивости, али не и адхезивност (љепљивост), као једног од најзначајнијих показатеља квалитета тјестенине. *Dexter u cap., (1983b)* су успјели да прилагоде *GRL Tederness Tester* за оцјену лепљивости куваних шпаета. Њихов принцип се заснивао сабијању куваних шпаета са равним клипом и мјерењу силе пријањања/адхезије, приликом подизања клипа. Лепљивост је била дефинисана као максимално забиљежена сила током подизања клипа. Лимитирано поређење сензорске оцјене панела са резултатима инструменталног одређивања, показало је да је инструментални поступак био повезан са лепљивошћу куваних шпаета на начин како би се лепљивост опазила од стране потрошача. *Dexter u cap., (1985)* су модификовали претходно описану процедуру за одређивање лепљивости, на основу повећања силе компресије, примјењене на узорак, с циљем да се побољша прецизности и повећа опсега вриједности.

с) Вискоеластограф

Овај апарат био је развијен од стране *The Institute National de la Recherche Agronomique (INRA), Montpellier, Француска (Feillet u cap., 1977; Alary u cap., 1979)* за оцјену вискоеластичних својстава производа на бази жита. Метод је био базиран на следећим принципима: сабијање узорка између двије плоче, константна сила примјењена вертикално. Промјене дебљине, које су се јављале током и након дејства силе, као и деформација и капацитет враћања у првобитно стање узете су у разматрање. У Француској је овак апарат био прилагођен за одређивање вискоеластичних особина куваних шпаета, заједно са сензорском оцјеном површинских својстава (*Ames u cap., 1999; Autran u cap., 1986*). Међутим, између ових мјерења и резултата сензорске оцјене није пронађена значајна повезаност. Скорашња проучавања од стране *D'Egidio u cap., (1993)* и *D'Egidio u Nardi-ја (1996)*, као и *Delcour u cap., (2000)* дефинисали су међусубну зависност параметра на вискоеластографу са показатељима сензорске оцјене. Примјењујући вишеструку регресију, ови аутори указали су да је сензорно оцјењена чврстоћа повезана са конзистенцијом при нижим и вишим температурама, са еластичношћу на нижим температурама. Из ових разлога вискоеластограф се може узети у разматрање као погодна апаратура за лако одређивање чврстоће, посебно код оцјене квалитета тјестенине осушене на високим температурама сушења, јер при овом режиму сушења чврстоћа куване тјестенине повећава се.

d) Микроскоп

Од стране различитих аутора примјењен је већи број микроскопских техника (*Frey u Holliger, 1972; Dexter u cap., 1978; Resmini u cap., 1983; Pagani u cap., 1989*) у прочавању одговарајућих својстава куваних шпгета. Ове технике пружиле су могућност квалитативне процјену текстурних својстава тјестенине повезаних са величином, обликом и распореда честица (*геометријске карактеристике*). Односно, микроскопске технике омогућиле су процјену промјене организације протеина и скроба у односу на услове током процеса кувања. *Resmini u cap., (1983)* утврдили су могућност поређења и издвајања куваних узорака по квалитету уз примјену електронског микроскопа. Добијене фотографије јасно су показале да код шпгета лошијег квалитета, желатинизација скроба надјачава протеинску мрежу и утиче на површинску љепљивост, док код шпгета доброг квалитета континуална протеинска мрежа окружује сваку гранулу скроба. Овим је доказано да примјена електронског микроскопа корисна за оцјену понашања главних компоненти, протеина и скроба, током кувања, али га свакако не треба сматрати прикладним методом за квантитативну оцјену текстурних својстава.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДИО

4.1. МАТЕРИЈАЛ

Испитивања су спроведена на комерцијалним узорцима сушене тјестенине облика шпагете, поријеклом од домаћих и страних произвођача, најчешће присутних у већим тржним центрима наше земље.

4.1.1. Узорци шпагета

Просјечна годишња потрошња тјестенине по глави становника у Србије креће се између 3 до 3,5 kg. Током последњих деценија савремени начина живота наметнуо је потребу куповине индустријски произведене тјестенине, од које се очекује да по квалитету буде достојан наследник традиционално (породичне) произведене тјестенине. Узимајући у обзир наведено, као и чињеницу да се конзервативни потршачи тешко одлучују да купе неку нову врсту тјестенине, поготово егзотичније боје и облика, одлучено је да се испитивања у оквиру ове докторске дисертације обаве на шпагети, облику који има дугу традицију производње и без којег се не би могао замислити данашњи тјестеничарски јеловник. С друге стране, облик шпагета представљао је погодан материјал код инструменталних одређивања због равномјерне структуре, прије свега у погледу дужине и пречника нити. Експеримент је обухватио испитивања на сету комерцијалних узорака тјестенине (12 узорака од по 500 g), узоркованих од стране 9 различитих произвођача са тржишта Новог Сада (4 домаћа и 5 најзаступљенија инострана) (табела 4.1).

Табела 4.1 – Састав и вријеме кувања шпагета по декларацији произвођача				
Шифра узорка	Основна сировина	Хемијски састав (g)	Енергетска вриједност (kcal/kJ)	Препоручено вријеме кувања (min)
1	дурум крупица	протеини: 10,2 угљени хидрати: 61,4 масти: 1,3 шећер: 0,3 засићене масне киселине: 0,3	298/1264	8
2	дурум брашно	протеини: 12,0 угљени хидрати: 72,2 масти: 1,5	350/1487	10
3	друм крупица	протеина: 11,2 угљени хидрати: 72,6 масти: 1,9	352/1495	5
4	дурум крупица	протеини: 11,5 угљени хидрати: 71,8 масти: 1,9 шећер: 3,5 засићене масне киселине: 0,8 целулоза: 3,0	350/1486	11
5	дурум крупица	протеини: 11,6 угљени хидрати: 76,7 масти: 0,5	357/1497	3
6	дурум крупица	протеина: 12,0 угљени хидрати: 74,0 масти: 1,0	353/1499	8
7	дурум крупица	протеини: 11,5 угљени хидрати: 75,5 масти: 1,6	355/1508	10
8	пшенична крупица	обогаћена витаминима А и Д	-	10
9	пшенични гриз	обогаћена биљним протеинима	-	5-10

4.1.1.1. Хемијски састав узорака

Показатељи хемијског састава узорака шпагета одређени су према *Правилнику о методама физичких и хемијских анализа за контролу квалитета жита, млинских и пекарских производа, тестенина и брзо смрзнутих теста* („Сл. лист СФРЈ”, бр. 74/88). Испитивања су обављена у два понављања, а добијене просјечне вриједности приказане су у *табели 4.2*. Највећи распон вриједности добијен је за садржај влаге (7,4 – 11,0%), који довољно указује на примјену различитог режима сушења узорака тјестенине укључених у испитивања. Узроке у варирању вриједности за садржаја жутог пигмента (2,1 – 4,3 mg/kg SM), садржаја протеина (11,3 – 14,2% SM), као и садржаја липида (1,8 – 2,3 mg/kg SM), могле би се приписати разликама у квалитету полазне сировине. Добијене вриједности за садржај липида потврдиле су чињеницу да су узорци шпагета произведени без додатка јаја.

Табела 4.2 – Хемијски састав узорака шпагета

Шифра узорка	Садржај влаге (%)	Киселински степен	Садржај протеина (% SM)	Садржај липида (% SM)	Садржај жутог пигмента (mg/kg SM)
1	7,4	2,2	13,0	2,1	3,6
2	9,6	2,4	12,8	1,9	4,3
3	8,5	2,3	12,2	1,9	3,2
4	8,8	2,2	11,4	2,3	3,3
5	9,4	3,2	14,2	1,9	2,5
6	9,9	2,6	11,3	2,0	3,0
7	10,5	2,0	13,4	1,9	3,3
8	10,7	2,0	11,8	1,8	3,2
9	11,0	2,4	11,4	1,8	2,1

4.1.1.2. Својства узорака приликом кувања

У *табели 4.3* приказани су резултати својстава куваних узорака шпагета одређених у складу са *Правилником о методама физичких и хемијских анализа за контролу квалитета жита, млинских и пекарских производа, тестенина и брзо смрзнутих теста* („Сл. лист СФРЈ”, бр. 74/88).

Са најкраћим временом кувања издвојио се узорак 3, што се могло приписати карактеристичном облику нити шпагета, са троструким уздужним усјецима, који су омогућили лакши и бржи продор воде у унутрашњост нити. Апсорбоване количине воде (248,5 – 298,5 cm³) и сходно њој, остварени степен бубрења (3,43 – 4,43), могу се сматрати одговарајућим за облик шпагете. У односу на остварене резултате за показатељ раскуваности, кувани узорци шпагета могли би се разврстати у двије групе:

- на основу процената раскуваности, узорци 6 (6,48%) и 8 (7,56%), могли би се сврстати у групу тјестенина са добрим особинама кувања (% раскуваности између 6 – 8%);
- остали узорци, па и узорак 5, с обзиром на то да су посједовали вриједности овог показатеља близу граничне (6,03%), могли би се сврстати у групу тјестенине са врло добрим особинама кувања (% раскуваности < 6%) (*Kaluđerski u Filipović, 1988*).

Табела 4.3 – Својства узорака шпагета при кувању

Шифра узорка	A (cm ³)	t (min)	V (cm ³)	α	R (%SM)
1	281,3	12	250	3,57	5,07
2	263,2	14	280	4,00	5,66
3	266,9	10	310	4,43	5,22
4	268,1	15	260	3,71	5,39
5	258,1	15	240	3,43	6,03
6	248,4	14	270	3,86	6,48
7	277,1	14	270	3,86	5,49
8	298,6	15	270	3,86	7,56
9	298,7	13	270	3,86	5,45

* A – количина апсорбоване воде
 t – вријеме кувања тјестенине
 V – запремина куване тјестенине
 α – повећање запремине куване тјестенине
 R – проценат раскуваности тјестенине

Интервали варирања резултата за показатеље хемијског састава и својстава при кувању, довољно су указали на постојање извјесних разлика у квалитету и да је та „квалитетна разноликост” неминовно препокрила потребан спектар оних својстава формираног сета узорака шпагета, узетог при разматрању текстурног профила индустријски произведене тјестенине.

За потребе оцјењивања узорци шпагета су шифровани насумице, али су у раду због бољег приказа резултата и лакшег коментарисања сложени по опадајућем редосљеду у односу на квалитет базиран на оцјени потрошача.

4.2. МЕТОДИ

Поред анализе хемијског састава и својстава при кувању, на формираном сету узорака шпагета спроведена су испитивања текстурних својстава сушених и куваних облика, примјеном:

- ❖ сензорске оцјене;
- ❖ инструменталних одређивања.

4.2.1. Сензорска оцјена одабраних оцјењивача

Сензорска оцјена одабраних текстурних својстава сушених и куваних облика шпагета обављена је уз примјену панела са 20 оцјењивача, од којих су:

- ◆ 5 оцјењивача – особе са широким теоријским знањем и дуготрајним искуством у контроли квалитета тјестенине, тренутно запослене у Научном институту за прехранбене технологије, Нови Сад;
- ◆ 15 оцјењивача – особе запослене у АД „Житко”, Бачка Топола, распоређене на пословима производње, свакодневне рутинске сензорске контроле и продаје тјестеничарских производа.

Неки од демографских података чланова панела приказани су у *табели 4.4.*

Табела 4.4 – Демографски подаци оцјењивача

П А Н Е Л	Оцјењивач	Пол	Година старости	Занимање/ <i>Радно мјесто</i>	Године стажа
	1	ж	36	дипл. инж. технологије- <i>устр.сар.</i>	10
	2	ж	37	дипл. инж. технологије- <i>науч.сар.</i>	12
	3	ж	37	дипл. инж. технологије- <i>устр.сар.</i>	10
	4	ж	34	дипл. инж. технологије- <i>науч.сар.</i>	9
	5	ж	33	дипл. инж. технологије- <i>устр.сар.</i>	9
	6	ж	39	технолог- <i>производња</i>	15
	7	м	45	технолог- <i>производња</i>	25
	8	ж	35	технолог- <i>производња</i>	6
	9	ж	34	технолог- <i>производња</i>	6
	10	ж	33	технолог- <i>производња</i>	7
	11	ж	30	хемијски техничар- <i>контрола</i>	7
	12	ж	27	хемијски техничар- <i>контрола</i>	6
	13	ж	41	хемијски техничар- <i>контрола</i>	25
	14	ж	37	хемијски техничар- <i>контрола</i>	17
	15	ж	33	хемијски техничар- <i>контрола</i>	7
	16	ж	43	технолог- <i>комерцијала</i>	20
	17	ж	31	економиста- <i>комерцијала</i>	6
	18	м	49	економиста- <i>комерцијала</i>	24
	19	м	35	комерцијалиста- <i>комерцијала</i>	14
20	м	52	технолог- <i>комерцијала</i>	21	

4.2.1.1. Формирање панела: одабир, обука и праћење оцјењивача

У циљу стицања јединственог утиска и формирања објективне, поуздане и упоредиве сензорске оцјене, поступак одабира, обуке и провјере чланова панела (оцјењивача), спроведени је у складу са *SRPS ISO 8586-1:2002*.

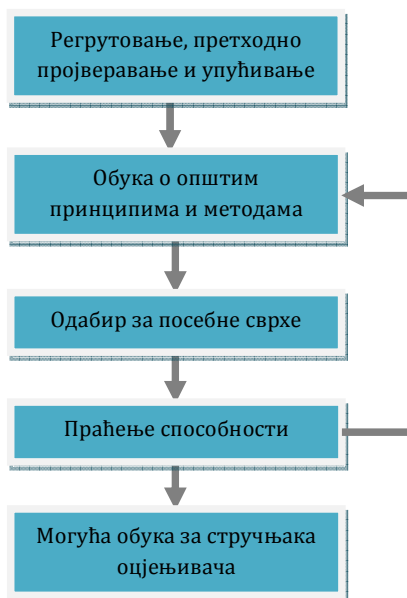
4.2.1.1.1. Одабир кандидата

Претходни одабир кандидата обављен је у фази регрутовања, како би се елиминисале неподобне особе за планирану сензорску оцјену. Регрутовање кандидата обављено је из *АД Житко*, Бачка Топола и *Завода за технологију жита и брашана, Технолошки факултет*, Нови Сад (данашњи *Научни институт за прехрамбене технологије*). Селекција кандидата спроведена је на основу прикупљених података током директних појединачних контаката и уз примјену шаблонизоване анкете, а обухватила је групу од 42 испитаника. Добијени подаци односили су се на: име, старост, пол, националност, ниво и врсту образовања, радно искуство, актуелну професионалну активност, склоност ка одређеној врсти хране, пићу и бојама, информације о пушењу и гравидитету и евентуалном претходном искуству у сензорском оцјењивању (*прилог 1*). Међутим, коначан одабир оцјењивача направљен је након обуке и испуњења постављених задатака, по поступку приказаном на *слици 4.1*, а у складу с *SRPS ISO 8586-1:2002*.

4.2.1.1.2. Обука кандидата

Обука је обављена у оквиру тродневног семинара: „Сензорска анализа *тјестенине*”, са следећим тематским цјелинама:

- Квалитет – дефиниција термина и тржишне потребе у области сензорске анализе хране;
- Појам сензорске анализе – општа разматрања;
- Услови објективизације и објективности сензорске анализе:
 - стандарди у области сензорске анализе;
 - простор, опрема и припрема узорака;
 - регрутовање, избор и припрема оцјењивача;
- Планирање и спровођење сензорске анализе – избор одговарајућег сензорског метода;
- Примјена резултата сензорске оцјене тјестенине.



Слика 4.1 – Поступка за добијање одабраног оцјењивача (SRPS ISO 8586-1:2002)

4.2.1.1.3. Провјера кандидата

Провјера способности и нивои осјетљивости чула кандидата спроведена је у складу с одговарајућим стандардима (SRPS ISO 6658:2002; SRPS ISO 8586-1:2002; SRPS ISO 5496:2002; SRPS ISO 3972:2002; SRPS ISO 11037:2002). Тестови за провјеру кандидата имали су сврху ближег упознавања кандидата са методама и материјалима који се користе у сензорском оцјењивању, а обухватили су:

- тестове чији је циљ одређивање погоршања:
 - *Ishihara* тест;
 - *Тест распознавања основних модалитета укуса*;
- тестове чији је циљ процјењивање сензорске оштрине:
 - *Тест распознавања нијанси боје*;
 - *Тест разликовања ниво интезитета подражаја за укусе*;
- тестове чија је циљ процјена способности кандидата за описивање и саопштавање сензорског опажаја:
 - *Тест описног изражавања мириса*;
 - *Тест описног изражавања текстуре*.

Обрасци који су се примјењивали приликом спровођења појединих тестова дати су у *прилогу 2*. Задовољавајући ниво успјеха по поједином тесту био је дефинисан стандардом *SRPS ISO 8586-1:2002*. Од 42 одабрана кандидата (19 из *Института* и 23 из *Житка*), на основу успјешно положених тестова, као и на основу њихових општих особина, склоности, нивоа образовања, стручног профила, професионалне припадности, радног искуства, а посебно због задовољења потреба и захтијева конкретног оцјењивања, за даљу обуку и формирање панела, одабрано је 20 кандидата (5 из *Института* и 15 из *Житка*) (*табела 4.4*).

4.2.1.1.4. Тренинг и праћење оцјењивача

Члановима панела пружено је основно знање о поступцима који се користе при сензорском оцјењивању, као и о производу – шпагети, предмету сензорске оцјене (сировиски састав, процес производње, сензорска својства, дефекти који се могу јавити на готовом производу и разлози њихове појаве, итд.). У склопу обуке обављена је и посјета погону за производњу тјестенине *АД Житко*, Бачка Топола. Током програма додатне обуке, оцењивачима су унапријед саопштене информације о величина узорка за манипулацију у рукама и устима, приближно вријеме за које се узорак мора задржати у устима, колико га треба жвакати и како и да ли га треба прогутати или не. Проблем прилагођавања и предности испирања уста, као и интервал стандардног времена између испитивања узорака такође су били предочени и размотрени. Да би сви оцјењивачи спровели оцјену узорака шпагета на исти начин, поступак сензорске оцјене је био јасно дефинисан. Односно, оцјењивачима је пружен увид (обука) у редосљед примјене сензорских техника за оцјену специфичних својстава сушених и куваних облика шпагете, као и начин примјене и попуњавања обрасца за спровођење сензорске оцјене (*прилог 3*).

Надаље, обављени су тренинг и праћење рада оцјењивача у оквиру формираног панела кроз сесије – сензорске оцјене узорака шпагета. Узорци на којима се током сесија спроводила сензорска оцјена, по свом поријеклу и квалитету одговарали су одабраном сету комерцијалних узорака шпагета. Током тренинга сви узорци шпагета су представљени у количинама и на температури уобичајеним за конзумирање овог прехранбеног производа. Унутар сета презентованих узорака нашао се и одговарајући број узорака са специфичним оштећењима, на основу којих су оцјењивачи стекли увид о потенцијалним дефектима који се могу јавити код облика шпагете (*табела 3.13*). О добијеним резултатима током ових сесија дискутовало се и оцјењивачима је пружена накнадна прилика за поновно оцјењивање и провјеру своје усаглашености са осталим члановима панела. Након обављених сесија и провјере оцјењивача, приступило се сензорској оцјени одабраног сета узорака шпагета.

4.2.1.2. Метод бодовања

По разрађеној шеми кандидата, сензорска својства сушених и куваних облика шпагета (*задатак А и Б; прилог 3*), оцјењена су методом бодовања, с распоном бодова од **1** - *најслабије* до **5** - *одлично*. При томе, свака оцјена (бод) је била „пролазна” и надаље обрађена. На овакав начин обављена је оцјена свих предложених сензорских својстава, односно, добијени су појединачни бодови, који су се надаље могли флексибилно комбиновати, обрачунавати и статистички обрађивати, како би се на тај начин истражило постојање

узајамних веза између показатеља или група показатеља (*Гаћеџа и сар., 1996; Вукобратовић, 1997; Вукобратовић и сар., 2000*). Оцјењена су следећа својства, уз примјену различитих техника сензорске оцјене:

- *облик, испуцалост, структура пресека, својства површине и ломљивост, код сушених узорака шпагета;*
- *изглед површине, својства површине, еластичност, тврдоћа, жвакљивост и адхезивност, код куваних узорака шпагета (прилог 3).*

4.2.1.3. Метод скале

Додатно (*задаток В; прилог 3*), за оцјену текстурних својстава куваних облика шпагета (*тврдоћа, жвакљивост, адхезивност и својства површине*) примјењен је облик неструктурне биполарне 15 см-ске скале, која је с лијеве и десне стране, 1,5 см од крајева, била означена одговарајућим референтним узорцима за упоређење интензитета својства: 1,5 см од почетка – слаб и 13,5 см при крају – јак интензитет (*Миноз, 1986; Ковачс и сар., 1997; SRPS ISO 4121:2002*). Референтни узорци за поређење интензитета, дефиниције одговарајућег текстурног својства, као и техника сензорске оцјене, били су договорени током тренинга оцјењивача.

4.2.1.4. Метод оцјене укупног утиска

На крају (*задаток Г; прилог 3*), за стицање увида о укупном квалитету (утиску) узорака шпагета, примјењен је облик хедонске скале са 5 градациом (нивоом) квалитета: 1 – *изузетно ми се не допада*; 2 – *умјерено ми се не допада*; 3 – *нити ми се допада, нити ми се не допада*; 4 – *умјерено ми се допада*; 5 – *изузетно ми се допада*.

4.2.2. Сензорска оцјена потрошача

За потребе прибављања мишљења ширег круга потрошача о допадљивости визуелних својстава испитиваних тјестенина, спроведена је сензорска оцјена од стране 50 потрошача, (20 мушкараца и 30 жена; опсег година 20 – 60), уобичајених конзументата овог производа.

4.2.2.1. Метод рангирања

У оквиру понуђене серије узорака шпагета, на основу визуелног утиска, потрошачи су узорке шпагета рангирани од најбољег – **1**, ка најлошијем – **9**.

4.2.3. Припрема и презентација узорака

Сви узорци били су означени са случајно одабраним троцифреним бројевима, што је обезбједило идентификацију и сљедљивост резултата оцјењивања и истовремено избјегло евентуалну пристрасност и спознају идентитета узорака од стране оцјењивача. Дешифрација узорака била је позната само руководиоцу сензорског оцјењивања. За поступак оцјене био је дефинисан начин дистрибуције узорака, односно динамика и редосљед презентације узорака оцјењивачима. Узорци су достављани у исто вријеме, истим редосљедом и динамиком, како би се избјегли нежељени психолошки ефекти (*ефект контраста, ефекти приближавања, итд.*). Поновљивост у оквиру панела

испитана је у односу на 3 одабрана узорка из почетног сета, која су оцењивачима била понуђена у насумице одабраном поретку.

Судови за припрему узорака били су од инертног материјала. Употребљени прибор за дистрибуцију узорака оцењивачима (чиније, тацне, виљушке, чаше, итд.) био је одговарајућег материјала и боје и није утицао на перцепцију сензорских својстава. При преласку на оцењивање наредног узорка, оцењивачи су испирали уста дестилованом водом.

4.2.3.1. Дистрибуција узорака

Свим члановима панела, као и потрошачима, презентовано је ≈ 30 g узорка сушених нити шпагета на папирној бијелој тацни.

Припрема куваних узорака шпагета за сензорску оцјену обављена је у складу с *Правилником о методама физичких и хемијских анализа за контролу квалитета жита, млинских и пекарских производа, тестенина и брзо смрзнутих теста* ("Сл. лист СФРЈ", бр. 74/88). За кување шпагета била је употребљена дестилована вода, а однос воде и количине узорка за кување износио је 10:1. Дистрибуција узорака оцењивачима временски је била унутар 15 минута од тренутка испирања и цијеђења узорака шпагета. Узорци куваних шпагета оцењивачима су презентовани у пластичним бијелим посудама одговарајуће запремине (≈ 500 ml), у количини ≈ 30 g.

4.2.4. Инструментална одређивања

Инструментална испитивања одабраних текстурних својстава сушених и куваних облика шпагета обављена су уз примјену универзалних уређаја – анализатора текстуре:

- **Инстрон** – модел 4301 (*Instron-BRD*), који омогућује дјеловање силе напрезања и притиска распону до 5 kN;
- **ТАХТ^{Plus}** – савремени анализатор текстуре (*Stable Micro Systems, Ltd*), који омогућује прикупљање прецизних и поновљивих података о текстурним својствима хране уз примјену мјерних ћелија од +/-5 kg, +/-30 kg и +/-50 kg.

Одређивања текстурних својстава узорака шпагета на овим апаратима спроведена су на бази препорука произвођача, литературних података, као и на бази поступака осмишљених и развијених од стране самог кандидата. Услови рада у спроведеним испитивањима били су прилагођени одабраном материјалу испитивања и постављеним циљевима. Како већина поступака на овим тест машинама није стандардизована, истраживања су спроведена уз примјену различитих услова рада, везаних за:

- дужину, пречник, температуру и припрему узорака,
- наставке, као и модификацију наставака,
- одговарајућу силу,
- брзину дјеловања силе.

4.2.4.1. Одређивања на Инстрону – модел 4301



Ломљивост/еластичност сушених облика, као и чврстоћа, растегљивост и љепљивост куваних облика шпагета, одређени су на Инстрону – 4301 (слика 4.2). Поступак на овој универзалној тест машини није стандардизован, тако да је кандидат био склон да примјени различите услове рада (величину дјеловања сила компресије и истезања, брзину главе клипа, итд.), одговарајући начин припреме и поставке узорка, као и адаптиране контактне наставке приликом спровођења одговарајућих тестова.

Слика 4.2 – Инстрон – модел 4301

4.2.4.1.1. Тест одређивања ломљивости/еластичности на Инастрону – 4301

Приликом испитивања сушеног облика шпагете на потенцијалну ломљивост/еластичност, нити шпагете биле су постављане – позициониране између вишег и нижег ослоњаца у централно постављеним рупама. Виши ослонац био је повезан са мјерном ћелијом оптерећења апарата, а нижи са његовом основом. Тест компресије (сабијања), до момента прелома нити, обављен је у односу на дужине 5 случајно одабраних узорака сушених шпагета. Услови мјерења, као и дефинисани параметри произашли из мјерења, приказани су у табели 4.5.

Табела 4.5 – Услови мјерења и показатељи ломљивости/еластичности на Инстрону – 4301

опсег мјерења силе, F (kN)	0,015	
брзина попречне главе, (mm/min)	300	
број понављања, n	5	
дужине за 5 случајно одабраних нити шпагета, l	узорак	l (mm)
	1	257, 260, 259, 259, 260
	2	252, 251, 250, 260, 252
	3	259, 258, 258, 258, 258
	4	259, 259, 259, 259, 261
	5	256, 254, 243, 253, 256
	6	267, 258, 249, 248, 249
	7	256, 250, 255, 252, 253
	8	246, 248, 249, 255, 252
	9	258, 251, 256, 252, 256

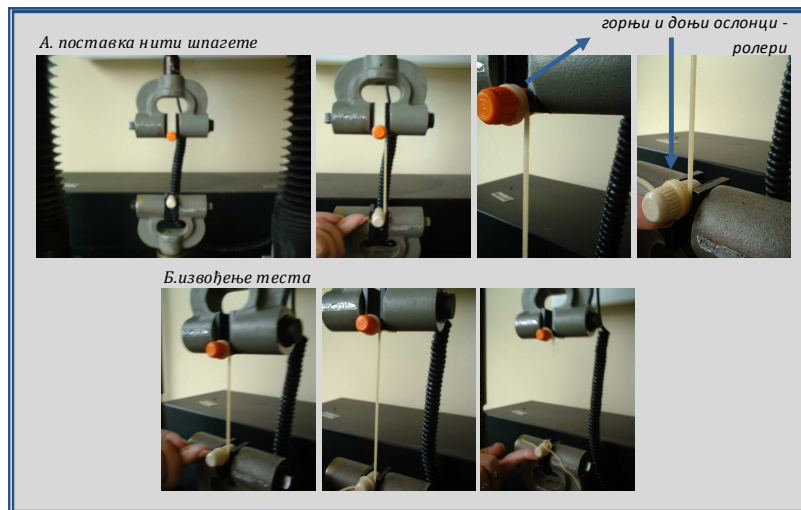
ПОКАЗАТЕЉИ МЈЕРЕЊА:

F_{max} (kN)	Максимална сила сабијања док се нит не преломи – сила лома – С-И-(F_{max})-ЛМ
e_m (mm)	Максимално пређени пут до тренутка лома нити шпагете – еластичност/савитљивост – С-И-(e_m)-ЕЛ

4.2.4.1.2. Тест одређивања растегљивости на Инастрону – 4301

У ћелији за спровођење теста растезања кувани узорак нити шпагете био је позициониран кроз прорезе и обмотан (два или три пута) око паралелних,

супротно постављених вијака (ролера), како би се крајеви узорка учврстили и онемогућило његово склизнуће током извођења теста (слика 4.3).



Слика 4.3 – Поставка нити шпагете (А) и спровођење теста растегљивости/еластичности на Инструну – 4301 (Б)

Ролери су обезбједили да узорак нити куване шпагет не буде подијељен или пресјечен током извођења експеримента, већ да се кидање нити обави дуж дужног дијела узорка. Услови мјерења, као дефинисани параметри произашли из мјерења приказани су у табели 4.6.

Табела 4.6 – Услови мјерења и показатељи растегљивости на Инструну – 4301

опсег мјерења силе, F (kN)	0,005
брзина попречне главе, (mm/min)	300
екстензија, e	min=0; max=0,50
растијање између ослонаца, cm	10
број понављања, n	10
ПОКАЗАТЕЉИ МЈЕРЕЊА:	
F_{max} (kN)	Максимална сила (отпор) коју пружа узорак при растезању-растегљивост/еластичност – С-И-(F_{max})-РС

4.2.4.1.3. Тест одређивања чврстоће на Инструну – 4301

Тест је обављен уз примјену контактне наставка са једном оштрицом (*Warner-Bratzler Shear*), помоћу којег је под одређеним условима регистрована сила за расјецање узорка (слика 4.4). Тачније, овим тестом мјерења је максимална сила (F_{max}) потребна за пресјецање 5 нити шпагета, постављених једна наспрам друге. На растојању 10 cm од постоља, на ком је био постављен узорак (5 нити шпагета), заустављано је сјечиво, анулирана (ресетована) сила трења, обављено пресјецање и забиљежена сила (F_1). Након тога, сјечиво се брисало, пропуштало да сјечиво без узорка прође кроз отвор – прорез платформе (држач узорка), како би се добила сила трења сјечива, која је одузима од F_1 и на тај начин одређена максимална сила (F_{max}). Услови мјерења, као дефинисани параметри произашли из мјерења приказани су у табели 4.7.

У односу на просјечну вриједност пречника куваних нити шпагета (10 различитих нити шпагета), спроведена је 50%-на компресија (намјештено је



Слика 4.4 – Поступак теста расјецања на Инстрону – 4301

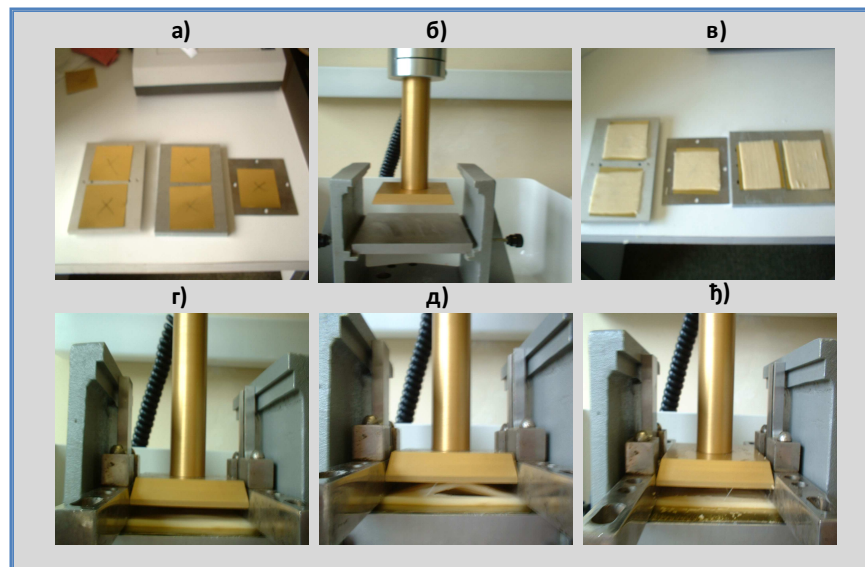
спуштање тега на висину [$d_1 + d$ (mm)] (табела 4.8) са временом дјеловања од 60 s, како би се остварио довољан контакт између површине тега за компресију и нити шпагета и забиљежила сила (F_0). Прије почетка дјеловања силе F_0 , тег је довођен у положај непосредно изнад површине нити шпагета, након чега се дјеловало силом компресије одговарајућом брзином, да не би дошло до наглог ударања тега о подлогу за поставку узорка. Спрјечавање подизање нити шпагета са површине лима остварено је постављањем оптерећења у виду металних шипки с лијеве и с десне стране (слика 4.5 г)).

Табела 4.7 – Услови мјерења и показатељи расјецања на Инстрону – 4301

контактни наставак	Warner Bratzler Shear – compression Type (2830-013)
опсег мјерења силе, F (kN)	0,005
брзина попречне главе, (mm/min)	300
екстензија, e (cm)	10
број понављања, n	5x5 (5 различитих нити шпагета; 5 мијеста расјецања по дужини нити)
ПОКАЗАТЕЉИ МЈЕРЕЊА:	
F_{max} (kN)	Максимална сила расјецања нити шпагета (чврстоћа) – С-И-(F_{max})-Ч

4.2.4.1.4. Тест одређивања љепљивости на Инстрону – 4301

Преполовљене нити шпагета скуване су и након испирања и цијеђења поређане једна до друге, без преклапања, на 5 танких лимова површине 10,4 x 10,4 cm (слика 4.5 а) и в)). Брзина ређања нити шпагета била је подешена у односу на вријеме завршетка одмарања тјестенине до 15 минута од тренутка испирања и цијеђења куваних нити шпагета. Поређане нити шпагета на површину лима (≈ 27 нити/површини лима) постављане су испод тега за компресију површине 50 cm² (слика 4.5 б)). Након поставке оптерећења дјеловало се повратном силом истезања, која је омогућавала подизање тега за компресију и истовремено одвајања тега од прилепљених нити шпагета (слика 4.5 д) и ђ)). Силом истезања дјеловало се до момента потпуног одвајања тега од површине нити шпагета и биљежио њен износ (F_1).



Слика 4.5 – Поступак одређивања љепљивости на Инстрону – 4301

Додатно је биљежено и вријеме које протекло од почетка дјеловања силе истезања до потпуног одљепљивања површине тега за компресију од нити шпагета. Између сваког понављања површина тега је опрана и осушена.

Табела 4.8 – Услови мјерења и показатељи љепљивости на Инстрону – 4301

контактни наставак	Ottawa Texture Measuring System Food Cell (2830-017) (OTMSFC) – плоча (50 cm ²) и штап за увлачење	
опсег мјерења силе, F_1 (kN)	0,25	
вријеме дјеловања силе компресије, s	60	
брзина попречне главе, (mm/min)	300	
површина лима, cm ²	10,4 x 10,4	
дебљина лима, d_1 (mm)	0,3	
процент компресије	50% у односу на просјечну вриједност пречника нити куваних шпагета	
просјечна вриједност пречника нити куваних шпагета, d (mm)	узорак	d (mm)
	1	1,41
	2	1,35
	3	1,23
	4	1,46
	5	1,26
	6	1,32
	7	1,20
	8	1,30
9	1,51	

ПОКАЗАТЕЉИ МЈЕРЕЊА:

F_0 (kN)	Сила при компресије од 50% на посјечан пречник куваних нити шпагета – С-И-(F_0)-Ч
F_{max} ($F_1 - F_0$) (kN)	Сила истезања за одљепљивање површине тега за компресију од површине нити куваних шпагета – С-И-(F_{max})-Љ
t (s)	Вријеме које протекне од момента дејства силе истезања до потпуног одљепљивања тега за компресију од површине нити куваних шпагета – С-И-(t)-Љ

4.2.4.1.5. Припрема куваних узорака спагета за одређивања на Инстрону-4301

Кување узорака спагета обављено је у дестилованој води и у складу са Правилником о методама физичких и хемијских анализа за контролу квалитета жита, млинских и пекарских производа, тестенина и брзо смрзнутих теста („Сл. лист СФРЈ”, бр. 74/88). Сва испитивања обављена су при условима собне температуре и релативне влаге и у временском интервалу 10 – 15 минута од момента завршетка цијеђења куваних узорак спагета.

4.2.4.2. Одређивања на TA.XT^{Plus} – анализатору текстуре

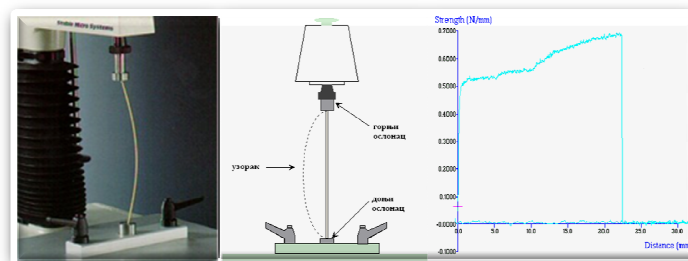
Инструментално одређивање текстурних својстава узорака тјестенине обављени су на ализатору текстуре – TA.XT^{Plus} (слика 4.6). Мјерна ћелија у склопу овог апарата омогућије вертикално кретање у одређеном опсегу континуалних брзина, раздаљина и оптерећења. Једноставна поставка сонди и различитих наставка омогућује извођење различитих врста тестова: компресија, сјечење, пенетрација, итд. Као крајњи резултат мјерења региструје се сила у функцији времена или деформације. Компјутерска контрола апарата, софистицирана и брза обрада података, омогућује да се уз примјену овог апарата дефинише једна или више механичких својстава, која могу да се доведу у везу с резултатима оцјене текстурних својстава чулима. Са својом потпуно интегрисаним TEXTURE EXPONENT 32-битним софтвером, TA.XT^{Plus}, пружа могућност примјене готових процедура (*sample projects*) за спровођење разних тестова код различитих врста прехранбених производа, како би се обезбједили адекватни захтјеви за тачним и поновљивим информацијама о текстурним својствима хране.



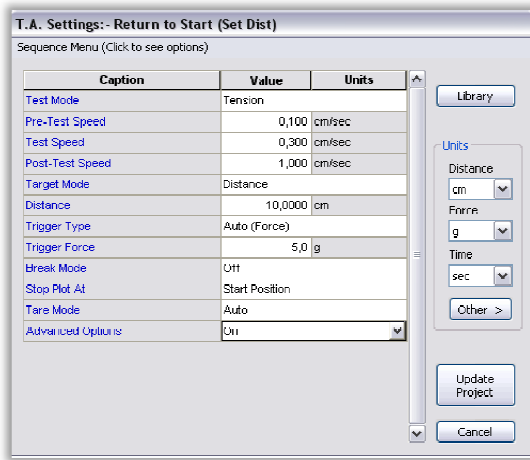
Слика 4.6 – TA.XT^{Plus} – анализатор текстуре

4.2.4.2.1. Тест одређивања ломљивости/еластичности на TA.XT^{Plus} – у

Одређивање јачине лома сушених облика спагета обављено је уз примјену наставка (*Spaghetti Flexure Rig (A/SFR)*), мјерне ћелије оптерећења од 5 kg (*sample project: Dry spaghetti flexure-PTA2-SFR*). Доњи ужљебљени ослонац постављен је директно испод горњег учвршења, како би се обезбједило исправно вертикално подупирање узорка. Узорак спагете сабијан је до момента прелома нити (слика 4.7).



Слика 4.7 – Поставка теста и карактеристичан дијаграм код одређивања ломљивости/елстичности на TA.XT^{Plus} – у

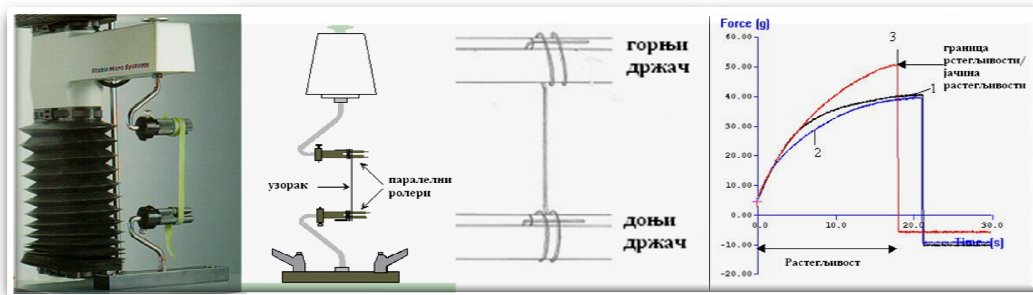


Услови поставке теста приказани су на слици 4.8. Након завршетка теста аутоматски су добијене анализиране вриједности уз примјену *MACRO*-а: сила лома (*breaking strenght*) – максимална сила – F_{max} (g) – *C-TA-(F_{max})-ЛМ* и највеће одстојање (*distance*) (mm) при дејству силе компресије: веће одстојање/растојање, већа и еластичност/савитљивост (*flexibility*) – *C-TA-(d)-ЕЛ* узорка. Тест је спровден у односу на 10 случајно одабраних нити сушених шпагета.

Слика 4.8 – Поставка теста за лоломљивост/еластичност на *TA.XT^{Plus}* – у

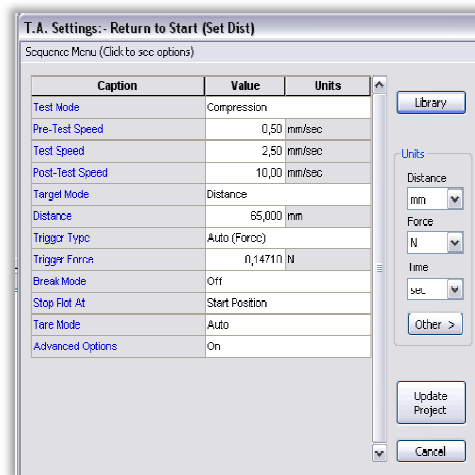
4.2.4.2.2. Тест одређивања растељивости на *TA.XT^{Plus}* – у

Одређивање растељивости куваних шпагета обављено је уз примјену додатка *Spaghetti Tensile Grips (A/SPR)* са затезним ролерима и мјерном ћелијом оптерећења од 5 kg (*sample project: Noodle tensile strenght-NO01-SPR*). Извођење теста захтијевало је претходну калибрацију опреме за придржавање узорак, како би се обезбједило да почетно растојање између држача/ролера буде исто за сваки тестирани узорак (10 cm). Тестирање нити шпагета обављено је појединачно, постављањем једног краја нити у нижи прорез држача (ролер) и лабавим обмотавањем нити куване шпагете (најмање 2 обмотаја) изван прореза, како би се обавило одговарајуће затезање (слика 4.9). Обмотавање/причвршћивање нити шпагете није било сувише лабаво, како би се избјегло лажно „кидање“ узорка.



Слика 4.9 – Поставка теста и карактеристичан дијаграм код одређивања растељивости на *TA.XT^{Plus}* – у

Услови поставке теста приказани су на слици 4.10. Након завршетка теста, аутоматски је добијена анализиране вриједност уз примјену *MACRO*-а: сила растељивост (*elastic limit/tensile strenght*) – максимална сила – F_{max} (g) – *K-TA-(F_{max})-РС*. Тест је обављен у односу на 15 случајно одабраних нити куваних шпагета.



Слика 4.10 – Поставка теста растегљивости на TA.XTPlus – у

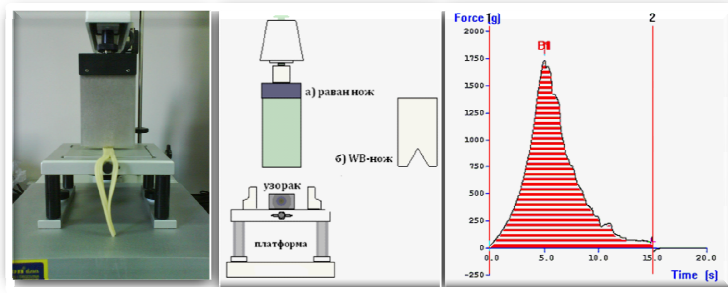
4.2.4.2.3. Тест одређивања чврстоће на TA.XTPlus – у

Одређивање чврстоће куваних узорак шпагета обављена је уз примјену мјерне ћелије оптерећења од 5 kg и различитих додатака. Према ААСС стандардној методи (16-50) чврстоћа куваних шпагета одређује се инструментално уз примјену наставка – *A/LKB-F*, са равном оштрицом ножа пречника 1 mm. Испитивања у оквиру ове дисертације урађена су према прилагођеном *sample projct –у ААСС spaghetti firmnes-PTA3-LKB*, али уз примјену различитих наставка:

- *HDP/90 Heavy Duty Ploatform* – платформа која обезбјеђује прецизно усклађивање одговарајућег наставка и тестираног узорка и укључује тзв. *PTFE* изолациони главни ослонац, који пружа термичку баријеру за смањење преноса топлоте између узорка и уређаја;
- *HDP/BS – Blade Set (Warner Bratzler)* – раван нож – *варијанта (а)* (слика 4.11);
- *HDP/BS – Blade Set (Warner Bratzler)* – нож са прорезом у виду троугла – *варијанта (б)* (слика 4.12).

а) **варијанта:**

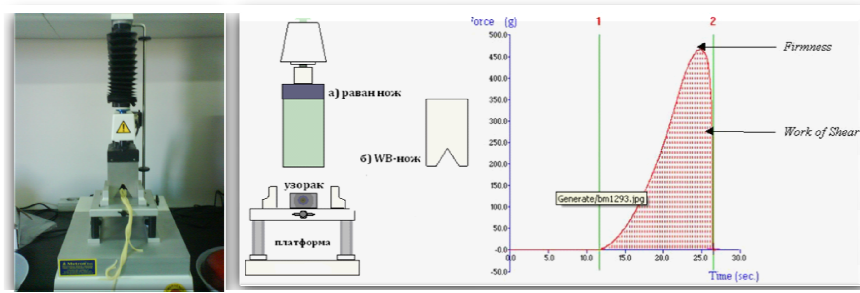
Прије почетка теста уз примјену наставка у виду равног ножа, обављена је калибрација сонде, да би се обезбједило препознавање површине на којој се налазио узорак и истовремено дефинисање растојања за враћање сонде након обављеног теста (5mm). Растегљивост је одређена у односу на 7 x 5 случајно одабраних нити куваних шпагета, са 3 мјеста расјецања нити по дужини (крајеви и средишњи дио). Услови поставке теста приказани су на слици 4.11. Након завршетка теста, аутоматски су добијене анализиране вриједности уз примјену *MACRO*-а: максимална сила расјецања – пик криве – чврстоћа (*firmness*) – *F (g)* – *K-TA-(F_{max})-PH-Ч* и потребан рад да се обави расјецање нити куваних шпагета – површина испод криве – (*work of shear*)(*gs*) – *K-TA-(WS)-PH-P*.



Слика 4.11 – Поставка теста и карактеристичан дијаграм код одређивања чврстоће на *TA.XT^{Plus}* – у – варијанта (а)

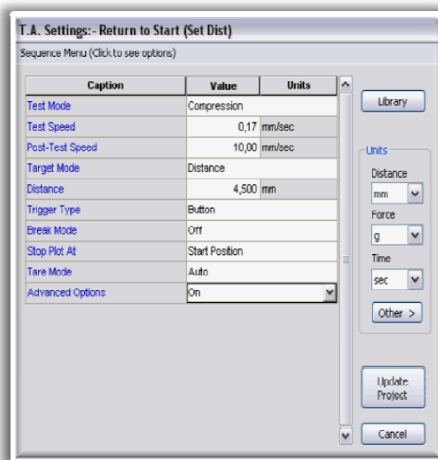
б) варијанта:

Растегљивост одређена је у односу на 7 x 5 случајно одабраних нити куваних шпагета, са 3 мјеста расјецања нити по дужини (крајеви и средишњи дио). Услови поставке теста приказани су на слици 4.12. Након завршетка теста, аутоматски су добијене анализиране вриједности уз примјену *MACRO*-а: максимална сила расјецања – пик криве – чврстоћа (*firmness*) – F_{max} (kg) – *K-TA-(F_{max})-WB-Ч* и жилавост (*toughness*) – површина испод криве – (kgs) – *K-TA-(WS)-WB-Ж*.



Слика 4.12 – Поставка теста и карактеристичан дијаграм код одређивања чврстоће на *TA.XT^{Plus}* – у – варијанта (б)

Услови поставке теста за чврстоћу (варијанте *а*) и *б*) приказани су на слици 4.13.



а) варијанта



б) варијанта

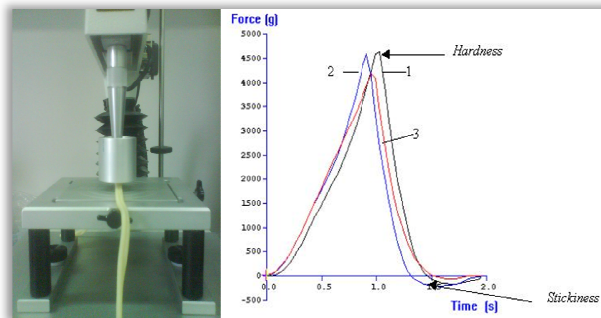
Слика 4.13 – Поставка теста за чврстоћу на *TA.XT^{Plus}* – у (варијанте *а*) и *б*)

4.2.4.2.4. Тест одређивање чврстоће на TA.XT^{Plus} – у уз примјену цилиндричне сонде (P36)

Чврстоћа куваних узорака шпагета одређена је по процедури датој од стране произвођача овог апарата (*sample project: N002-P35-Noodles Comparison*) и уз примјену мјерне ћелије оптерећења од 5 kg. Као наставци употребљени су:

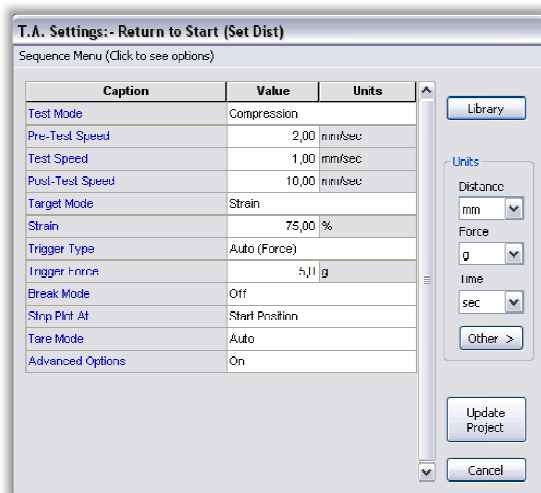
- *HDP/90 Heavy Duty Platform* – платформа која обезбјеђује прецизно усклађивање одговарајућег наставка и тестираног узорка и укључује тзв. PTFE изолациони главни ослонац, који пружа термичку баријеру за смањење преноса топлоте између узорка и уређаја;
- умјесто сонде P35, употребљена је сонда P36 (слика 4.14).

Сви остали услови приликом извођење овог теста задржани су у оквиру предложене процедуре. Прије спровођења теста обављена је калибрација сонде да би се обезбједило препознавање површине на којој се налазио узорак и истовремено дефинисање растојања за враћање сонде након обављеног теста



(15 mm). Одређивања су спроведена на 10 x 2 нити куваних шпагета (3 мјеста дјеловања сонде (крајеви и средишњи дио)), постављене једна уз другу без преклапања и позициониране централно испод цилиндричне сонде.

Слика 4.14 – Поставка теста и карактеристичан дијаграм код одређивања чврстоће на TA.XT^{Plus} – у уз примјену цилиндричне сонде P36



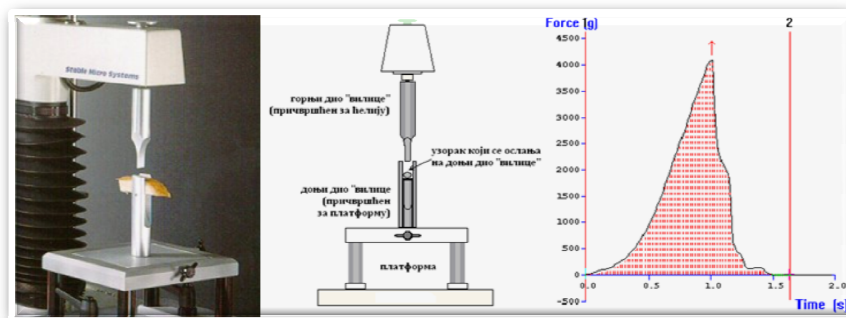
Услови поставке теста приказани су на слици 4.15. Након завршетка теста, аутоматски су добијене анализиране вриједности уз примјену MACRO-а: максимална сила компресије – пик криве којим се исказује тврдоћа/чврстоћа (*hardness/firmness*) – F_{max} (g) – K-TA-(F_{max})-ЦС-ТВ/Ч и адхезивност/љепљивост – рад – површина испод апцисе – (*adhesiveness*) (gs) – K-TA-(A)-ЦС-АД/Љ.

Слика 4.15 – Поставка теста за чврстоћу на TA.XT^{Plus} – у уз примјену цилиндричне сонде P36

4.2.4.2.5. Тест одређивање чврстоће на TA.XT^{Plus} – у уз примјену наставка Volodkevich Bite Jaws

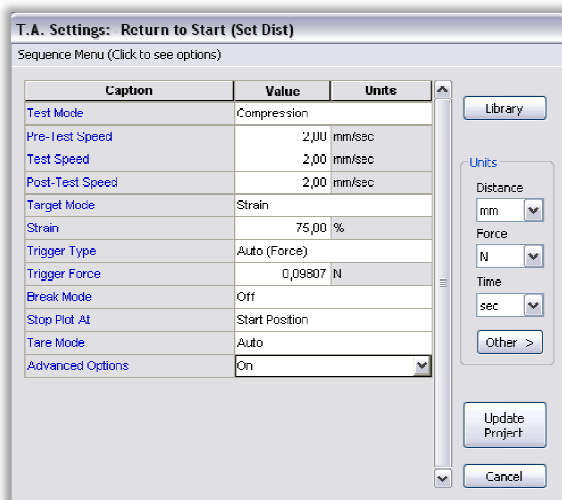
Додатно, чврстоћа узорака куваних шпагета одређена је по процедури датој од стране произвођача (*sample priject: Firmness of Hydrated Sweetcorn-COR2-WB*) и уз примјену мјерне ћелије оптерећења од 5 kg. Од наставка употребљени су:

- *HDP/90 Heavy Duty Platform* – платформа која обезбјеђује прецизно усклађивање одговарајућег наставка и тестираног узорка и укључује тзв. PTFE изолациони главни ослонац, који пружа термичку баријеру, како би смањило пренос топлоте између анализираних узорка и уређаја;
- *HDP/VB-Voldkevich Bite Jaws* – наставак који симулира загриз сјекутића током жвакања хране у устима. Наставак се састоји од горњег и доњег наставка (*вилице*), инсталираних једног наспран другог у односу на платформу и мјерну ћелију (слика 4.16). Узорак је уметан у доњи дио наставка тако да се остварио *загриз* горњим дијелом наставка, преко дужног дијела нити куване шпагете.



Слика 4.16 – Поставка теста и карактеристичан дијаграм код одређивања чврстоће на TA.XT^{Plus} – у уз примјену HDP/VB наставка

Прије спровођења самог теста обављена је калибрација сонде да би се обезбједило препознавање површине на којој се налазио узорак и истовремено дефинисање растојања за враћање сонде након обављеног теста (8 mm).



Одређивања су спроведена на 10 x 1 нит куване шпагете, са 3 мјеста „загриза“ нити по дужини (крајеви и средишњи дио). Услови поставке теста приказани су на слици 4.17. Након завршетка теста аутоматски су добијене анализирание вриједности уз примјену MACRO-а: максимална сила загриза – пик криве којим се исказује чврстоћа (*firmness*) – F_{max} (g) – *K-TA-(F_{max})-3-Ч*.

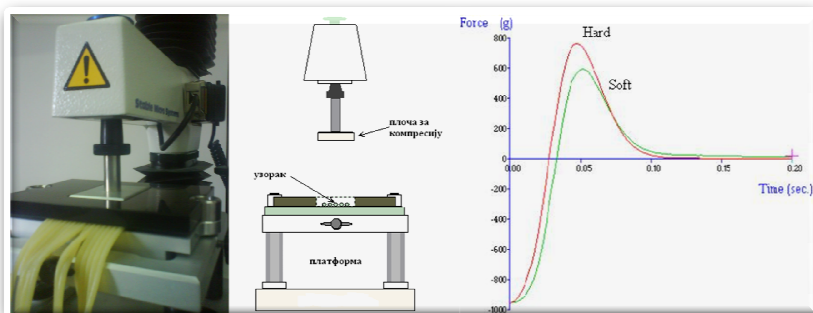
Слика 4.17 – Поставка теста за чврстоћу на TA.XT^{Plus} – у уз примјену HDP/VB наставка

4.2.4.2.6. Тест одређивање љепљивости на TA.XT^{Plus}-у

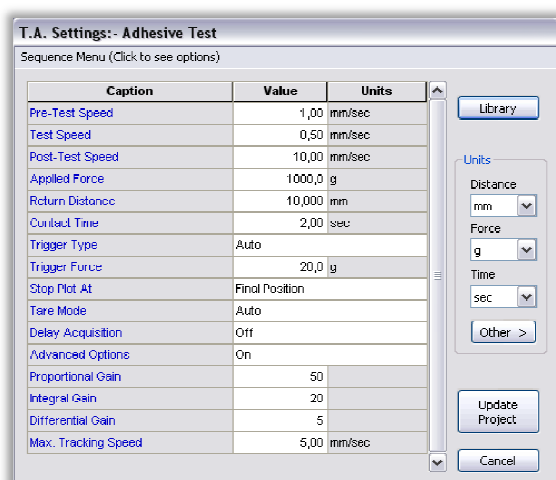
Одређивање љепљивости куваних узорака шпагета обављена је по процедури (*sample priject: PTA4 -PFS-Cooked psta-Comparison of pasta stickiness cooked in hard and soft water*) датој од стране произвођача овог апарата и уз примјену мјерне ћелије оптерећења од 5 kg. Као наставци су употребљени:

- HDP/90 Heavy Duty Platform – платформа која обезбјеђује прецизно усклађивање одговарајућег наставка и тестираног узорка и укључује тзв. PTFE изолациони главни ослонац, који пружа термичку баријеру, како би смањило пренос топлоте између анализираниог узорка и уређаја;
- HDP/PES – Pasta Firmnes/Stickness Rig (слика 4.18).

Брзина ређања нити куваних шпагета у отвор платформе подешена је у односу на вријеме завршетка одмарања тјестенине до 15 минута, од тренутка испирања и цијеђења. Испитивања су спроведена у 7 понављања. Нити шпагета су биле постављене једна уз другу без преклапања, препокривајући површину намјењену дјеловању сонде – правоугаоног тега (плоче) за компресију. Између сваког понављања површина тега опрана је и осушена.



Слика 4.18 – Поставка теста и карактеристичан дијаграм код одређивања љепљивости на TA.XT^{Plus} – у уз примјену HDP/PES наставка



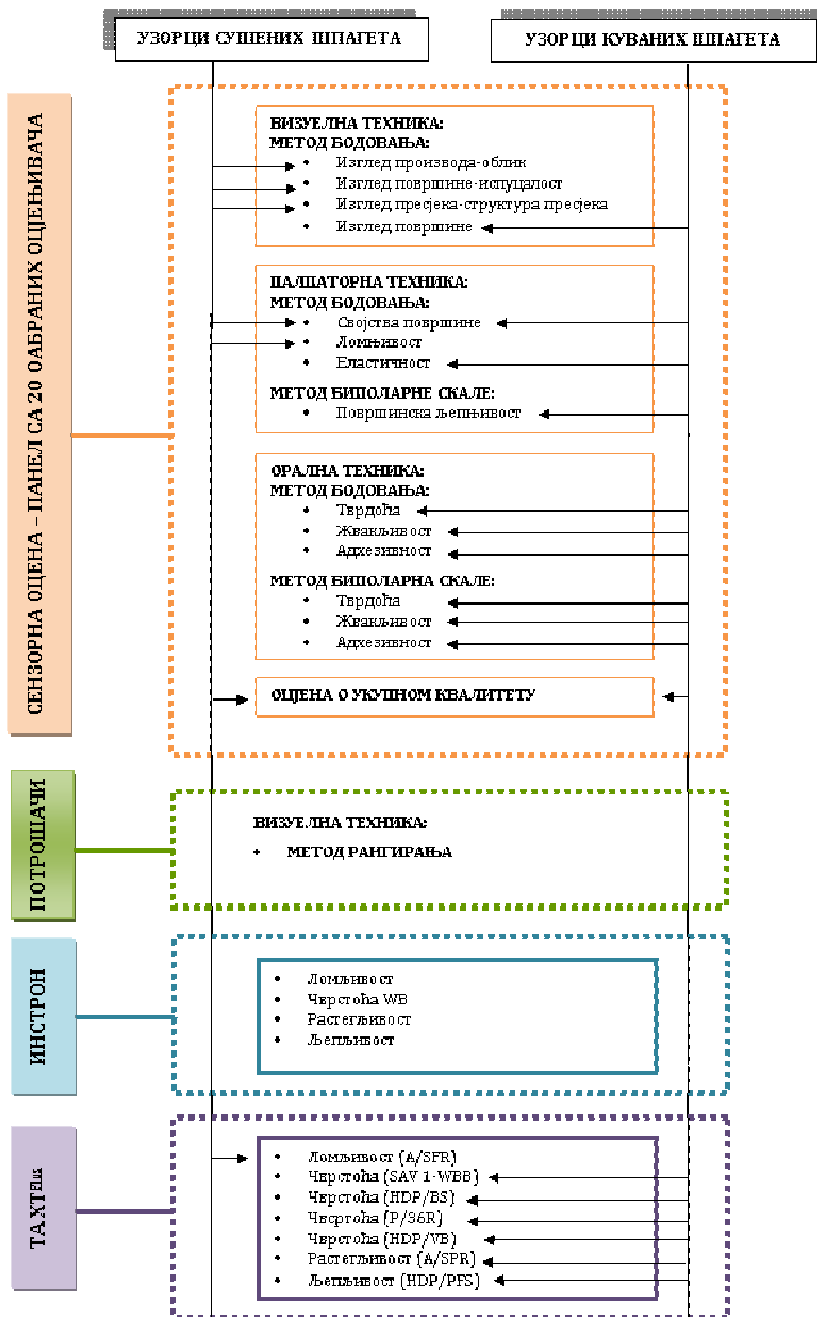
Услови поставке теста приказани су на слици 4.19. Након завршетка теста, аутоматски су добијене анализирание вриједности уз примјену MACRO-а: максимална сила одљепљивања – пик криве којом се исказује љепљивост (*stickiness*) – F_{max} (g) – K-TA-(F_{max})-Љ.

Слика 4.19 – Поставка теста за љепљивост на TA.XT^{Plus} – у уз примјену HDP/PES наставка

4.2.4.2.7. Припрема куваних узорака за одређивања на TA.XTPlus-у

Кување узорака шпагета обављено је у дестилованој води и у складу са Правилником о методама физичких и хемијских анализа за контролу квалитета жита, млинских и пекарских производа, тестенина и брзо смрзнутих теста ("Сл. лист СФРЈ", бр. 74/88). Сва испитивања обављена су при условима собне температуре и релативне влаге и у временском интервалу 10 – 15 минута од момента завршетка цијеђења узорака куваних шпагета.

4.2.5. План експеримента и статистичка обрада података



Слика 4.20 – План експеримента

Испитивања су обављена у одговарајућем броју понављања, пројектованих у складу са савременим принципима планирања експеримента и статистичке обраде података, као предуслова за доношење највјеродостојнијих закључака везаних за постављене циљеве у оквиру овога рада (слика 4.20).

Резултати сензорских и инструменталних одређивања били су подвргнути анализи варијансе (*ANOVA*) због утврђивање статистички значајних разлика у текстурним својствима. *Duncan*-овим тестом вишеструких интервала ($p < 0,05$) утврђено је постојање статистички значајних разлика између узорака шпагета. Повезаност између сензорских и инструменталних података израчуната је на бази *Pearson*-овог коефицијента корелација ($p < 0,05$). Спроведена је анализа главних компонента (*PCA*) за утврђивање профила појединих структура података, као и за проучавања повезаности између сензорских и инструменталних података. Све статистичке анализе спроведене су коришћењем софтверског пакета *Statistica v.9.0 (StatSoft)*.

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације односила су се на могућност примјене објективних сензорских и инструменталних метода у оцјени комерцијалних узорака шпагета и сагледавања значајности добијених резултата на крајњи квалитета овог прехранбеног производа са становишта текстурних својстава. Иако сензорска оцјена и даље представља најпоузданији метод за оцјену квалитета прехранбених производа, па тиме и тјестенине, у овом раду остварен је покушај развоја и примјене једноставнијих и бржих инструменталних поступака, који се лако могу интегрисати у производни погон и на тај начин омогућити добијање корисних информација.

Утврђена је међусобна повезаност сензорских и инструменталних мјерења и идентификован значај појединих текстурних својстава на квалитет комерцијалних узорака шпагета. Добијени подаци сврстани су као резултати одређивања текстурних својстава сушених и куваних шпагета примјеном различитих метода.

Резултати су продискутовани посебно у односу на:

- ❖ мјере централне тенденције и варијације резултата (средња вриједност $\pm SD$);
- ❖ статистичку значајност разлика тјестенине у оцјени појединачних узорака шпагета примјеном појединих приступа оцјени (*ANOVA*; $p < 0,05$);
- ❖ сензорску оцјену визуелних својстава узорака шпагета од стране потрошача (остварени ранг тјестенина);
- ❖ повезаност резултата остварених примјеном појединих начина оцјене (*Pearson*-ов коефицијент корелације; $p < 0,05$);
- ❖ аспекте анализе главних компонената (*PCA*), који су се односили на сажимање и анализу линеарне повезаности већег броја мултиваријатно дистрибуираних, квантитативних, међусобно корелираних варијабли у смислу њихове кондензације у мањи број компоненти, нових варијабли, међусобно некорелираних, уз минимални губитак информација;

5.1. РЕЗУЛТАТИ ОДРЕЂИВАЊА ТЕКСТУРНИХ СВОЈСТАВА СУШЕНИХ ШПАГЕТА

Резултати ранијих истраживања (*Karacsony u Barsos, 1961; Lee u cap., 2002; Sissons u cap., 2005*) показала су да сушени облици тјестенине морају удовољити захтјевима потрошача на мјесту куповине. Провјера квалитета најчешће се остварује одређивањем њихових механичких карактеристика. *Feillet u Dexter (1996), Di Monaco u cap., 2004*, као и *Martinez u cap., (2007)*, током својих истраживања дошли су до закључака да се међу механичким карактеристикама: одрживост облика – чврстоћа, савитљивост и површинска глаткоћа, могу сматрати позитивним атрибутима сушене тјестенине, нарочито с аспекта лакшег поступка складиштења и/или транспорта. Насупрот томе, испуцалост и стање површине с бројним фисурама могу се сматрати негативним атрибутима, који доприносе лошијем квалитету и нижој вриједности тјестенине.

5.1.1. Анализа резултата сензорских и инструменталних одређивања

Заједничка примјена *PCA* и *ANOVA* уобичајене је у области сензорске анализе хране, јер омогућује боље:

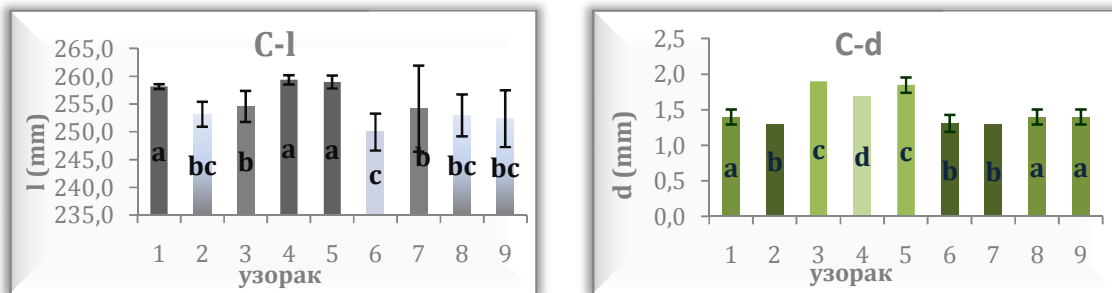
- истраживање структуре добијеног сета података,
- идентификовање значајних праваца варијабилитета,
- утврђивање детаљнијег утицаја сваког сензорског својства у дискриминацији, односно диференцирању испитиваних узорака (Chabanet, 2000).

У овом поглављу анализирани су и приказани резултати сензорске оцјене текстурних својстава комерцијалних узорака сушених шпaгeтa методом бодовања од стране панела, као и инструменталних одређивања силе лома и еластичности/савитљивости, добијених уз примјену анализатора текстуре *Инстрона* – модел 4301 и *TA.XTPlus*-а. Појединачно, на сликама 5.2 и 5.3 приказане су средње вриједности $\pm SD$ одређивања појединих текстурних својстава, као и анализа статистички значајног диференцирања узорака шпaгeтa (*ANOVA*) у односу на текстурна својства и уз различиту примјену метода оцјене. Вриједности које су на графицима означене истом бојом (комбинацијом боја) и истим словима (a, b) статистички се значајно разликују при примјени *Duncan*-овог теста вишеструких интервала ($p < 0,05$). Уопштено гледајући, *ANOVA* је показала постојање статистички значајних разлика ($p < 0,05$) између 9 узорака шпaгeтa у односу на сензорску оцјену текстурна својства.

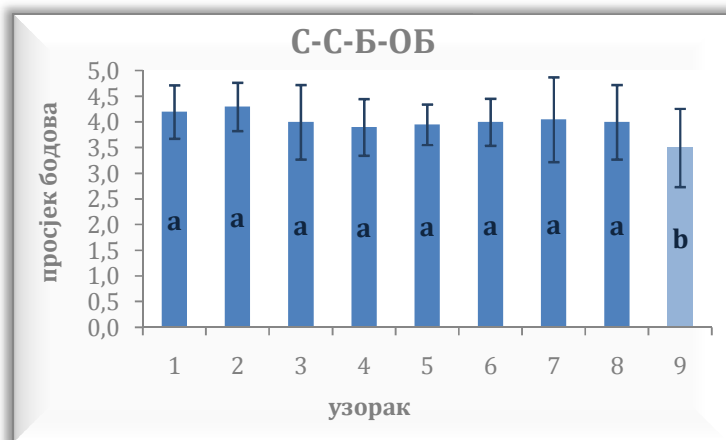
У односу на **облик** – *C-C-B-OB*, сви узорци осим узорка 9, били су на нивоу просјека од 4 бода или више (4/5 – скоро правилан облик/правиан), што довољно наводи на чињеницу да су испитани узорци задовољили карактеристичан облик шпaгeтe – појединачне цилиндричне нити с распоном пречника између 1 и 2 mm (Guinea и сар., 2004). Просјечна вриједност бодова за облик – *C-C-B-OB* кретала се од 3,5 (узорак 9) до 4,3 бода (узорак 2), са $\pm SD$ од 0,39 (узорак 5) до 0,83 (узорак 7) и без постојања статистички значајних разлика између узорака, осим узорка 9 (слика 5.2 а)).

Добијени резултати сензорске оцјене за **облик** – *C-C-B-OB* наводе на чињеницу да су оцјењивачи били у стању само да констатују изразито лоша својства облика шпaгeтe.

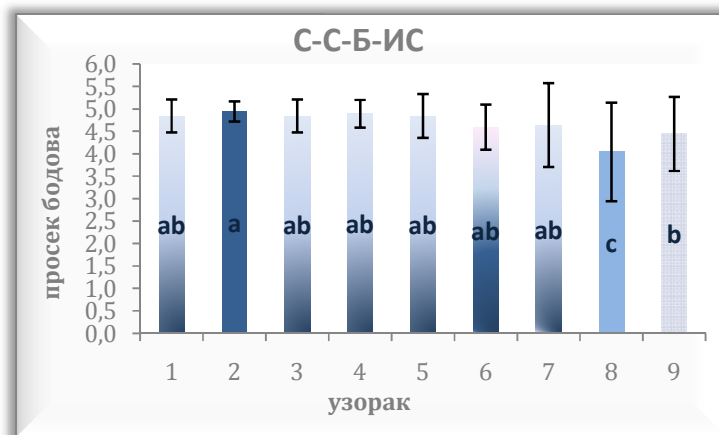
Чињеницу да се радило о одговарајућем облику шпaгeтe потврдили су и резултати техничке анализе мјерења **дужине** – *C-l* и **пречника** – *C-d* нити шпaгeтa помичним кљунастим мјерилом (нонијусом), приказани на слици 5.1.



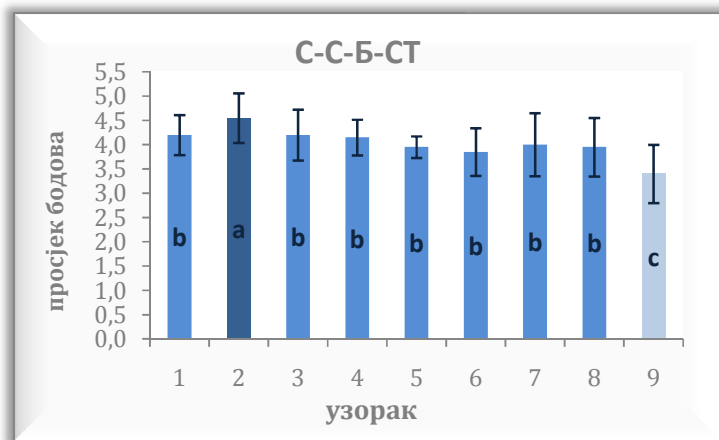
Слика 5.1 – Средње вриједности $\pm SD$ и *ANOVA* за показатеље: а) дужина нити – *C-l*; б) пречника нити – *C-d*



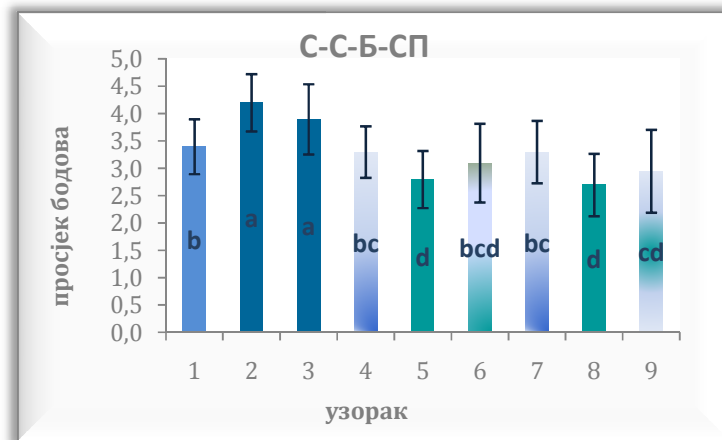
а) облик – С-С-С-Б-ОБ



б) испуцалост – С-С-Б-ИС



в) структура пресеја – С-С-Б-СТ



г) својства површине – С-С-Б-СП

Слика 5.2 – Средње вриједности \pm SD и ANOVA за показатеље: а) облик – С-С-Б-ОБ; б) испуцалост – С-С-Б-ИС; в) структура пресеја – С-С-Б-СТ; г) својства површине – С-С-Б-СП

Међутим, треба нагласити да је одабрани сет узорака, у односу на просјечан распон пречника (1,30–1,90 mm) и дужину нити (250,0–259,4 mm), обухватио интервал вриједности карактеристичан за облик шпагете, али да је у односу на ове показатеље дошло до статистички значајног диференцирања узорака шпагета, као и до већих варирања њихових вриједности унутар појединачних узорака, посебно код узорака 7 ($\pm 7,76$), 8 ($\pm 3,77$) и 9 ($\pm 5,10$) за дужину нити (слике 5.1.). Нити сушених шпагета су биле статистички значајно дуже код узорака 1, 4 и 5, у односу на групацију краћих (узорци 3 и 7) и узорка 6 са најкраћом дужином нити, док се граница за дужину нити код узорака 2, 8 и 9 није могла повући између групације краћих и узорка 6 са најкраћом дужином нити. У односу на пречник нити, статистички значајно најдебље нити посједовали су узорци 3 и 5, најтање узорци 2, 6 и 7, док се по дебљини, као засебан, издвојио узорак 4 као дебљи, са статистички значајно већим пречником нити у односу на групацију узорака 1, 8 и 9 са мањом, али идентичноме просјечном вриједношћу пречника од 1,4 mm.

Разлоге варирања у дужини и пречнику нити, унутар и између узорака сушених шпагета, свакако треба тражити у самом процесу производње, односно производним линијама различитих произвођача намјењених производњи шпагета. Структурну подршку за производњу одговарајућих облика тјестенине чини блок матрице, који садржи отворе или канале кроз које пролази тјесто. Облик и величина шпагета углавном зависи од пречника отвора (перфорација) матрице. Отвори помоћу којих се пуни матрица тијестом играју значајну улогу у обезбјеђењу правилног протицања тијеста уз минимално физичко оштећење. Облик главе пресе и матрице, као и висина унутрашњих отвора матрице, варирају у зависности од врсте тјестенине која се производи. На крај матричних канала постављају се тзв, уметци матрице одговарајућег облика и материјала (тефлонски, бронзани), који обезбјеђују екструдираним производима коначан облик. Преса и екструдер морају бити у потпуности избалансирани у свом раду, како би се обезбједио ефикасан процес екстудирања тјестничарских производа. Односно, систем обликовања мора бити пажљиво направљен, да би обезбједио регуларан проток тијеста кроз отворе матрице и одговарајући облик шпагета, униформне дужине и пречника (Dalbon и сар., 1996).

Узимајући у обзир претходно изнијете чињенице, да су најчешћи узроци појаве испуцалости тјестенине повезани са неодговарајућим садржајем протеина у полазној сировини, као и са процесима екстудирања, сушења и складиштења (Hummel, 1966; Matsuo и Irvine, 1970; Walsh, 1971; Matsuo и сар., 1972; 1980; Grzybowski и Donnelly, 1979; Debbouz и Doetskott, 1996), на основу резултата сензорске оцјене могло би се закључити да су полазна сировина и процес производње допринијели остварењу завидног нивоа квалитета свих узорака шпагета за својство **испуцалости** – С–С–Б–ИС. Вриједност бодова за ово својство у просјеку је варирала од 4,05 (узорак 8) до 4,95 бода (узорак 2), са $\pm SD$ од 0,22 (узорак 2) до 1,10 (узорак 8), уз напомену да је, у односу на све узорка и сва испитана својства, једино унутар узорка 8 остварено варирање бодова веће од 1. Узорци 8 и 9 показали су јасно, статистички значајно диференцирање, издвајајући се као узорци најлошијег и средњег сензорског квалитета када је у питању испуцалост – С–С–Б–ИС. Дошло је и до статистички значајног издвајања узорка 2 као најбољег по квалитету, док се код преосталих узорака није могла повући јасна граница између узорака најбољег и средњег сензорског квалитета (слика 5.2 б)).

Добијени резултати показали су да су одступања међу оцјењивачима, за већину репрезентативних тјестенина, за својство испуцалости – С-С-Б-ИС, већа него разлике између самих узорака, што јасно наводи на чињеницу да нема смисла да се испуцалост даље узима у разматрање приликом сензорске оцјене комерцијалних узорака сушених шпагета.

Dexter и сар., (1978) су уз примјену електронског микроскопа, у структури пресејка сушених шпагета произведених од дурум крупице, утврдили постојање мањег броја скробних гранула, превучених аморфним матриksom протеина, који је по изгледу био подударан с матриksom на микрофотографији глијадина публикованој од стране Orth и сар., (1973). Надаље, иста истраживања показала су да је потапањем пресјечених нити истих узорака шпагете у чесменској води (22⁰ С), у трајању од 15 min, дошло до знатних промјена у близини површине пресејка у виду појаве многих пукотина и рупица, што је, упркос постојању компактне природе структуре, омогућило лакшу пенетрацију воде у унутрашњост шпагете, неравномјерно кување и добијање куваних нити шпагете неједнаке чврстоће по дужини. Резултати сензорске оцјене **структуре пресејка** – С-С-Б-СТ у оквиру ове дисертације показали су постојање статистички значајног диференцирања узорака шпагета у 3 квалитетне групе (слика 5.2 в)). Као засебан, издвојио се узорак 2 са највећим бројем бодова (4,55), затим слиједи групација узорака 1, 3, 4, 5, 6, 7 и 8, са распоном бодова од 3,85 до 4,20 и на крају, као најлошији узорак по квалитету, са најмањим бројем бодова, издвојио се узорак 9 (3,40). Најмање врирање оцјена за **структуру пресејка** – С-С-Б-СТ остварено је на узорку 5 ($\pm 0,22$), а највеће код узорка 7 ($\pm 0,65$). На основу резултата визуелног опажаја **структуре пресејка** – С-С-Б-СТ узорака шпагета од стране панела, а узимајући у обзир полазну сировину од које су шпагете произведене (табела 4.1), могло би се закључити, уколико се издвоје узорци 2 и 9, оцјењени као најбољи и најлошији, да су преостали узорци у просјеку били на нивоу бодова средњег квалитета.

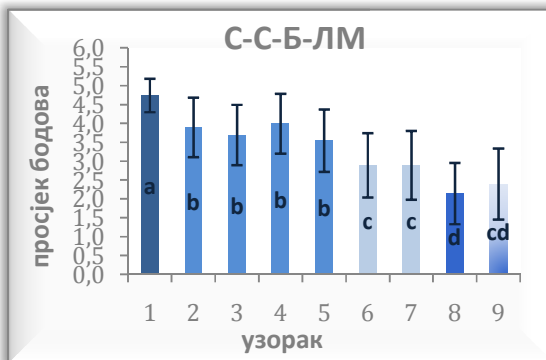
Односно, добијени резултати указују на чињеницу да су оцјењивачи били у стању да на основу **структуре пресејка** јасно издиференцирају комерцијалне узорке тјестенина у три различите квалитетне групе: најбољи, средњи и најлошији квалитет.

Раније споменута истраживања структурних карактеристика сушених шпагета уз примјену електронског микроскопа показала су да је цјелокупна површина сувих шпагета била пресвучена глатким протеинским филмом, са присуством скробних гранула различите величине, које доприносе стварању видљивих бројних мањих рупа и пукотина у протеинском матриксу при површини, а истовремено се под прстима опажају као *глатка/храпава* површине (Dexter и сар., 1978). Иста истраживања показала су да је на мјестима појаве рупа и пукотина током кувања дошло је до лакше и брже пенетрације воде унутар нити, што је довело до неуједначене чврстоће куваних шпагете. Што се тиче истраживања везаних за **својства површине** – С-С-Б-СП, резултати сензорске оцјене показали су да се распон бодова у просјеку кретао од 4,20 (узорак 2) до 2,70 бода (узорак 8) (слика 5.2 з)). Најниже варирање оцјена постигнуто је код узорка 4 ($\pm 0,47$), а највише код узорка 9 ($\pm 0,76$). Надаље, ANOVA је показала да је дошло до јасног, статистички значајног диференцирања узорака у 4 квалитетне групе. Посебне квалитетне групације чине узорци 5 и 8 (најлошији квалитета), узорак 1 (средњи квалитет), као и узорци 2 и 3 (најбољи квалитет), док се код преосталих узорака није могла повући јасна граница између средњег и лошијег квалитета.

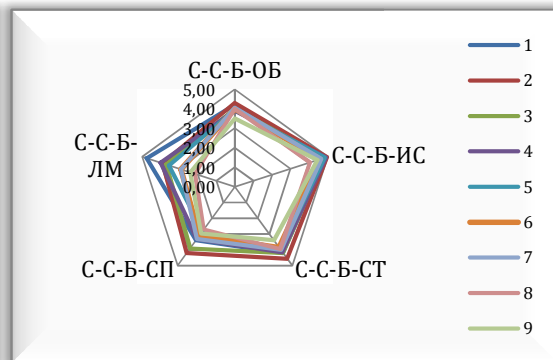
Добијени резултати сенорске ојене својстава површине – С-С-Б-СП показала су да је уз помоћ панела одабраних оцјењивача могуће остварити дифренцирање узорака тјестенине на екстремно добре и екстремно лоше. Односно, оцјењивачи нису били у могућности да издифренцирају врло уске распоне својстава површине код уобичајених узорака сушене тјестенине.

На основу претходних истраживања, микрокопска посматрања попречног пресека сушених шпаета показала су хомогену и порозну структуру са дубоко уграђеним скробним гранулама у протеински матрикс. Прилично низак садржај влаге тијеста и недостатак мијешења током екструдирања не допуштају комплетан развој глутенске мреже што се одражава на чврстоћу сушених нити. Формирањем тијеста, које је прошло вакумску обраду, повећава се чврстоћа сирових тјестеничарских производа за око 40%, а сушених за око 20% (Medvedev, 1999). Раније је наглашено да је провјера механичких карактеристика сушених шпаета од посебног значаја за произвођаче тјестенине, јер је повезана са ломом који се јавља током складиштења и транспорта (Holliger, 1962). Узорци сушених шпаета с ниском отпорношћу на лом, испољавају крутоост – лако пуцање и већи проценат распадања нити током кувања (Winston, 1960; Holliger, 1962). У погледу **ломљивости** – С-С-Б-ЛМ, резултати сензорске ојене показали су варирање бодова за ово својство од 2,15 (узорак 8) до 4,75 бода (узорак 1), са најмањим варирањем бодова код узорка 1 ($\pm 0,44$) и највећим код узорка 9 ($\pm 0,94$) (слика 5.3). Анализом варијансе је утврђено постојање 4 статистички значајно диференциране квалитетне групе, уз јасно раздвајање узорака по гурпацијама у односу на ово сензорско својство, осим узорака 8 и 9.

Добијени резултати наводе на закључак да су оцјењивачи били у стању да препознају разлике у нијансама квалитета сушених шпаета када је у питању својство **ломљивост**, односно отпорности на лом.



Слика 5.3 – Средње вриједности \pm SD и ANOVA за **ломљивост** – С-С-Б-ЛМ

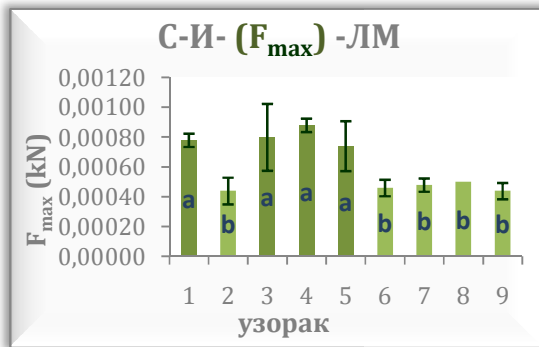


Слика 5.4 – Резултати сензорске ојене

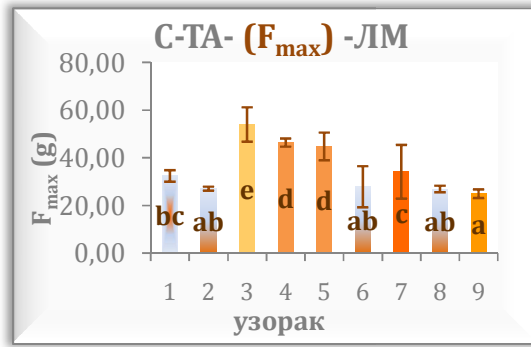
Добијени резултати на пољу истраживања сензорске ојене методом бодовања потврдила су значајност њене примјене као поузданог теста у процјени квалитета сушене тјестенине (Kovach и сар., 1997; Meullenet и сар., 1998). Како је код свих сензорских својстава узетих за разматрање, стандардна девијација била мала, ($\pm SD < 1$ бода), може се закључити да је сензорском оцјеном сушених шпаета методом бодовања од стране панела постигнута добра репродуктивност резултата. Најбоље слагање резултат унутар панела постигнуто је код структуре пресека – С-С-Б-СТ, док је најјасније статистички

значајно раздвајање узорака остварено код структуре пресека – С-С-Б-СТ и ломљивости – С-С-Б-ЛМ. Резултати сензорске оцјене сушених шпаета збирно су приказани на слици 5.4. Свако својство појединачно је представљен на једној од оса петоугла, при чему највећа површина у петоуглу указује на најбољи (узорак 2), а најмања на најлошији (узорак 8) сензорски квалитет тјестенине у погледу свих оцјењених текстурних својстава. Односно, збирни приказ сензорске оцјене методом бодовања указује на чињеницу да се дифренцирање комерцијалних узорака сушених шпаета, прије свега, остварило у односу на структуру пресека – С-С-Б-СТ и ломљивост – С-С-Б-ЛМ, док је дифренцирање тјестенине у односу на друга текстурна својства било занемарљиво. Узимајући у обзир чињеницу да су се структура пресека – С-С-Б-СТ и ломљивост – С-С-Б-ЛМ издвојили као најзначајнија својства, даљи акценат требало би ставити на њихова инструментална одређивања.

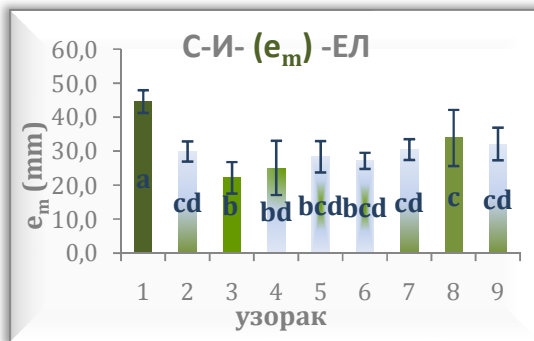
Током претходних разматрања напоменуто је да се провјера механичка чврстоће сушене шпаете обично користи као стандардни поступак у контроли процеса сушења, који се показао као кључни корак у постизању квалитетног финалног производа. Будући да је честа примјена сензорског панела у континуираној контроли у погону за производњу тјестенине тешко остварљива, примјена објективних, брзих и једноставних инструменталних мјерења све више добија на значају у обезбјеђењу оптималног квалитета производа, доношења одлуке при избору дизајна паковања, као и услова при складиштењу и начина манипулација током транспорта. Насупрот једноставних и лаким одређивања неких својстава тјестенине, као што је рецимо боја, одређивање механичких карактеристика прилично је отежано. Најчешће проучавани и примјењивани тестови за провјеру механичких карактеристика сушених шпаета односили су се на одређивање силе увртања, савитљивости и отпора на лом. У оквиру ове дисертације, за процјену механичких перформанси – отпора на лом и еластичности/савитљивости сушене шпаете, спроводени су тестови компресије (сабијања), код којих је, коначан колапс – лом, настао усљед остварене деформације нити шпаете. Нити сушених шпаета су тестиране на универзалним машинама – анализаторима текстуре, *Инстрон 4301* и *ТА.ХТ^{Plus}*-у, са условим тестирања описаним у експерименталном дијелу (поглавља 4.2.4.1.1. и 4.2.4.2.1.). Добијени резултати одређивања појединачно су приказани на сликама од 5.5 до 5.8. Резултати су прокоментарисани у односу на средње вриједности $\pm SD$ одређивања, као и анализу статистички значајног дифренцирања узорака шпаета (*ANOVA*) у односу на текстурна својства и примјењене тестове одређивања. Вриједности које су на графицима означене истом бојом (комбинацијом боја) и истим словима (a, b) статистички се значајно разликују при примјени *Duncan*-овог теста вишеструких интервала ($p < 0,05$). Стандардне девијације инструменталних одређивања текстурних својстава сушених шпаета биле су веће него што се очекивало. Највећа одступања резултата за **силу лома** – С-И-(F_m)-ЛМ, одређену на *Инстрону*, показали су узорци 3 ($\pm 2,24 \times 10^{-4}$) и 5 ($\pm 1,67 \times 10^{-4}$) (слика 5.5), а за **силу лома** – С-ТА-(F_m)-ЛМ, одређену на *ТА.ХТ^{Plus}* – у, узорци 3 ($\pm 7,19$), 5 ($\pm 5,80$) и 7 ($\pm 11,25$) (слика 5.6). Још већа одступања добијена су при одређивањима еластичности на овим уређајима (*Инстрон* – С-И-(e_m)-ЕЛ; *ТА.ХТ^{Plus}* – С-ТА-(d)-ЕЛ) (слике 5.7 и 5.8). *ANOVA* је показала да, иако је постојало значајнијих варирања резултата у понављањима унутар узорака, утврђене разлике инструменталних одређивања довеле су до постојање статистички значајних раздвајања ($p < 0,05$) узорака шпаета.



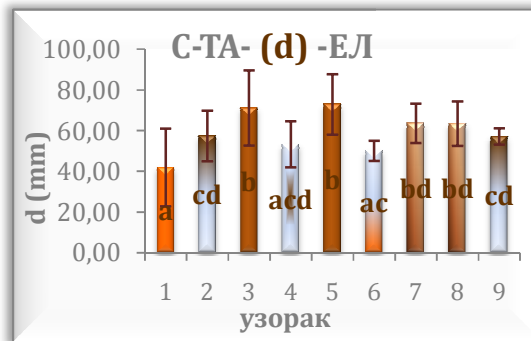
Слика 5.5 – Средње вриједности ± SD и ANOVA за C-I-(F_{max})-ЛМ



Слика 5.6 – Средње вриједности ± SD и ANOVA за C-TA-(F_{max})-ЛМ



Слика 5.7 – Средње вриједности ± SD и ANOVA за C-I-(e_m)-ЕЛ



Слика 5.8 – Средње вриједности ± SD и ANOVA за C-TA-(d)-ЕЛ

У односу на силу лома, измјерену на Инстрону, дошло је до јасног и статистички значајног диференцирања узорак шпагета у двије квалитетне групе (боља и лошија), при чему је у групацији тјестенина бољег квалитета, узорак 4 показао највећи ($8,8 \times 10^{-4}$ kN), а у групацији лошијег квалитета, узорак 2 најмањи отпор на лом ($8,94 \times 10^{-5}$ kN) (слика 5.5). У групацији бољег квалитета нашли су се узорци 1, 3, 4 и 5, који су се у погледу дужине и пречника нити (слика 5.1) издвојили у статистички значајну групацију најдужих и најдебљих нити шпагета. ANOVA ($p < 0,05$) је показала да је у односу на силу лома, одређену на TA.XTPlus-у, дошло до статистички значајног диференцирања узорак шпагета у 5 квалитетних група, са јасним дифренцирањем уских распона отпора на дејство силе – лома код узорак бољег квалитета (3, 4, 5 и 7), док дифренцирање уских распона код узорак лошијег квалитета није било остварено примјеном TA.XTPlus-а, осим јасног издвајања узорка 9 са најнижом вриједношћу отпора на лом (25,048 g) (слика 5.6).

Добијени резултати наводе на закључак да су варијације у дужини и пречнику нити сушених шпагета утицале на инструментална одређивања тексурних својстава, поготово код силе лома одређену уз примјену Инстрона. Остварени рангови квалитета, дефинисан на основу измјерених вриједности силе лома уз примјену оба уређаја, прилично су били идентични код узорак са највишим вриједностима овог показатеља, док је код узорак са нижим и најнижим вриједностима постојало значајна одступања. Примјена Инстрона омогућила је раздвајање, елиминацију узорак само на боље и лошије, док је јаснија слика у разликама овог показатељ добијена уз примјену TA.XTPlus-а. Ово наводи на закључак да би примјена TA.XTPlus-а била погоднија у погонима за производњу

тјестенине, јер би се на тај начин стекао лакши и бржи увид у механичку чврстоћу сушених шпагета. Међутим, инструментална одређивања силе лома морају бити доведена у везу са сензорки одређеним својством ломљивости – С-С-Б-ЛМ, како би представљала поуздану и погодну алтернативу сензорском методу.

У односу на **еластичност** одређену на Инстрону (С-И-(e_m)-ЕЛ) и ТА.ХТ^{Plus}-у (С-ТА-(d)-ЕЛ), а исказану вриједношћу пређеног пута приликом сабијања нити шпагете, примјена оба апарата је довела до статистички значајног диференцирања узорака шпагета у 4 квалитетне групе, при чему је јасно раздвајања постигнуто само код узорака најбољег и најлошијег квалитета, уз потпуну супротност добијених резултата. Код одређивања **еластичности** на Инстрону, са највишом вриједношћу издвојио се узорак 1 (45,54 mm), док је у односу на добијене вриједности на ТА.ХТ^{Plus}-у (42,06 mm), исти узорак испољио најмању вриједност у погледу еластичности (слике 6.7 и 6.8).

Добијени резултати на пољу истраживања инструменталних мјерења еластичности/савитљивости сушених шпагета показали су лошију репродуктивност. Посљедице варирања у поновљивости резултата могле би бити повезане са неуједначеношћу дужине и пречника нити унутар појединачних узорака шпагета, као и значајног диференцирања узорака шпагета у односу на ове показатеље. Добијени резултати одређивања еластичности унутар појединих репрезентативних узорака показали су да су одступања била знатно већа него између самих узорака, што наводи на чињеницу да нема смисла овај показатељ даље узимати у разматрање приликом инструменталних одређивања механичких карактеристика сушених шпагета.

5.1.1.1. Упоредна оцјена показатеља сензорских и инструменталних одређивања

За потребе прибављања мишљења ширег круга потрошача о допадљивости комерцијалних узорака сушених шпагета, спроведена је сензорска оцјена од стране 50 потрошача, уобичајених конзументата овог производа.

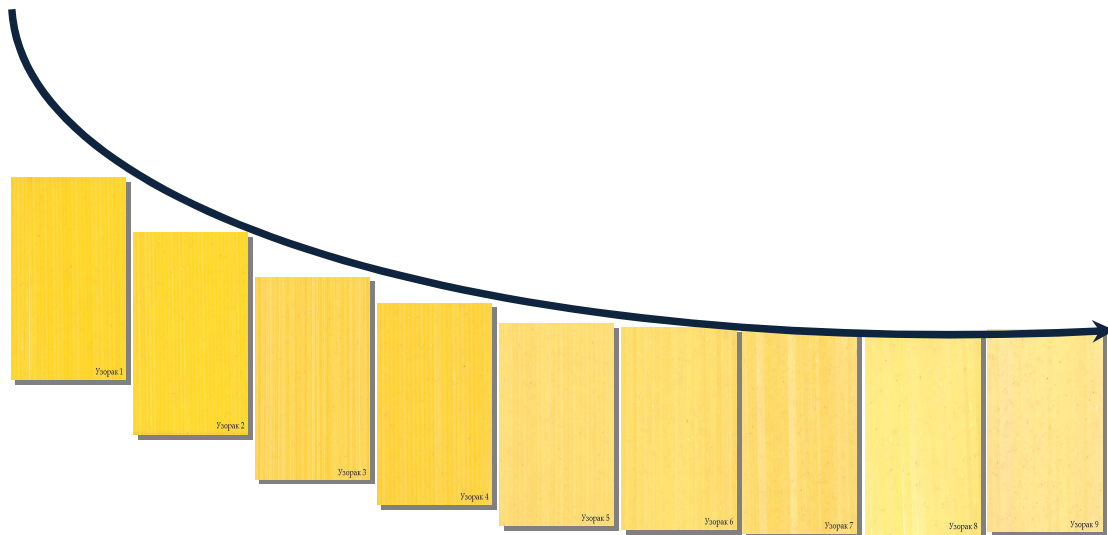
Табела 5.1 – Фреквенције оцјена потрошача за тјестенине

Шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	22	16	10	2	0	0	1	0	0
2	14	15	13	5	0	0	2	0	0
3	12	12	14	7	3	1	0	2	0
4	1	4	9	26	3	7	0	0	0
5	1	0	4	5	15	10	10	6	0
6	0	2	0	5	9	10	12	11	1
7	0	1	0	0	11	6	14	16	2
8	0	0	0	0	8	11	8	13	10
9	0	0	0	0	1	5	3	2	37

* ■ – највећа фреквенција; ■ – слабија фреквенција; ■ – најслабија фреквенција

У оквиру анализираних серија од 9 узорака, потрошачи су на основу визуелног утиска, узорке шпагета рангирани од најбољег ка најлошијем. Резултати

остварене учестаности позиција узорака у рангу (број испитаника који је ту позицију придодјелио) и остварени ранг узорака, приказани су у *табели 5.1* и на *слици 5.9*, појединачно.



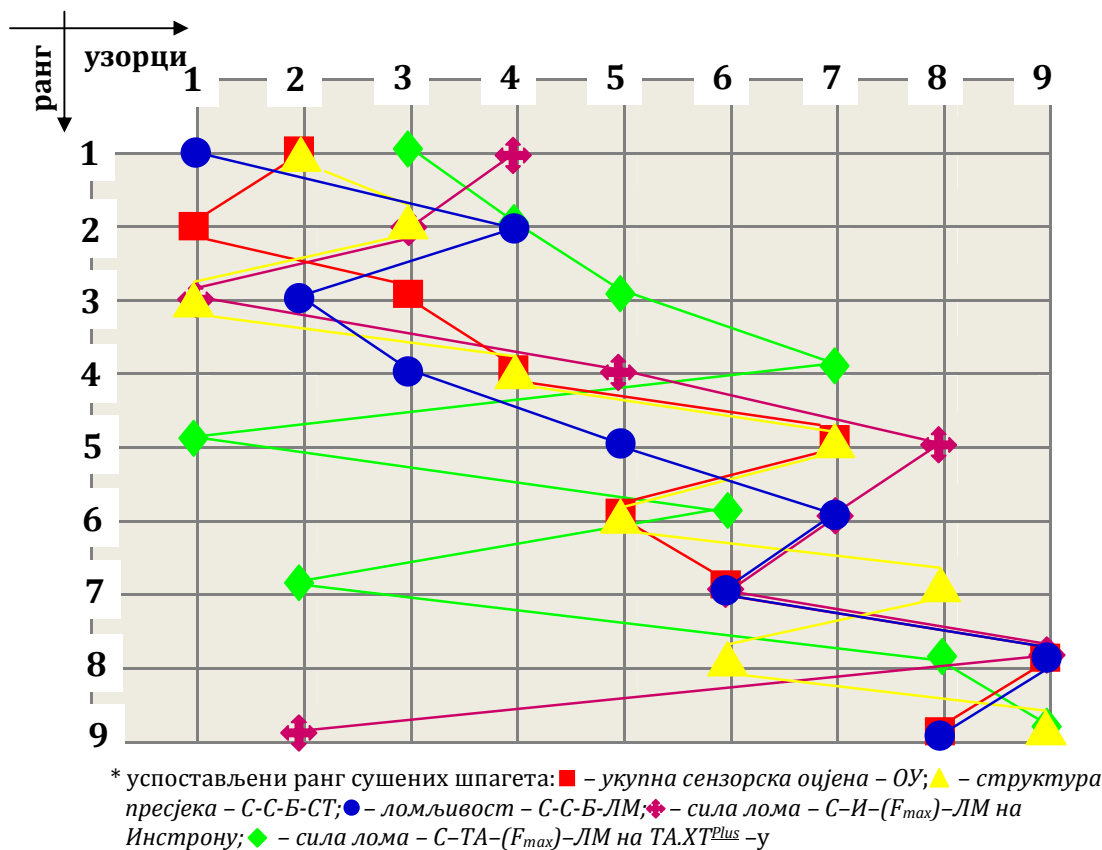
Слика 5.9 – Остварени ранг шпагета од стране потрошача

Иако је познато да осим сензорских и друга својства хране играју значајну улогу у одабиру производа од стране потрошача (*Dransfield u cap., 1998; Guinard u cap., 2001*), резултати ових испитивања показали су да су потрошачи поуздани и вјеродостојни у оцјени и прихватљивости тјестенине с аспекта визуелног утиска, чак и када је не оцјењују на начин као што то ради један експертски или панел одабраних оцјењивача (*Pestorić, 2007; Pestorić u cap., 2007a; 2007b; 2008*).

С обзиром на претходно изнијету чињеницу, интересантно је било сагледати остварене позиције узорака сушених шпагета у ранговима квалитета добијених различитим поступцима оцјењивања и довести их у везу са оствареним потрошачким рангом. Разматрања су обухватила резултате *укупне сезорске оцјене – ОУ*, *сензорског одређивања структуре пресека – С-С-Б-С* и *ломљивост – С-С-Б-ЛМ* методом бодовања, као и резултате инструменталних одређивања *сила лома на Инстрону (С-И-(F_{max})-ЛМ)* и на *ТА.ХТ^{Plus} –у (С-ТА-(F_{max})-ЛМ)*, за које је у претходном поглављу утврђено да су значајни у стицању увида у квалитет текстурних својства сушених шпагета (*слика 5.10*).

Поређењем добијених рангова видимо да је, иако не у потпуности, најбоље слагање резултата са потрошачким рангом, остварено код *укупне сезорске оцјене – ОУ* и *сензорске оцјене ломљивости – С-С-Б-ЛМ*. Код *ломљивости – С-С-Б-ЛМ*, поклапање је постигнуто код узорака најбољег (узорак 1), средњег (узорак 5), док су код преосталих узорака остварени подједнаки нивои квалитета, али са различитим позицијама у рангу у односу на потрошаче.

Код инструменталних одређивања, видимо да је успјешно поклапање у односу на потрошачи ранг остварено код узорака најлошијег квалитета (узорци 8 и 9), приликом одређивања *силе лома – С-ТА-(F_{max})-ЛМ*. Дошло је и до значајнијих одступања у позицијама код узорака 1, 2 (*ТА.ХТ^{Plus}*) и 3 (*Инстрон*), у случају инструменталних одређивања *силе лома*.



Слика 5.10 – Поређење рангова квалитета

Слагање позиција у рангу добијеним оцјеном *структуре пресека – С-С-Б-СТ*, готово је занемарљиво у односу на оба инструментална одређивања. Добро поклапање позиција, које припадају крајњем – најлошијем квалитету (позиције 6, 7 и 8), остварено је између *ломљивости – С-С-Б-ЛМ* и *силе лома – С-И-(F_{max})-ЛМ*.

На основу добијених резултата стиче се закључак да приликом сагледавања чврстоће сушених шпагета, односно отпорности на лом, у обзир треба свакако укључити сензорску оцјену *ломљивости – С-С-Б-ЛМ*, која је пружила најјасније и статистички значајно раздвајање узорака шпагета и која је била најближа потрошачкој оцјени. Постојеће разлике у оцјени *ломљивости* (узорци 1, 2 и 3), добијене сензорским и инструменталним поступцима, могу се приписати случајевима у којима вриједности сензорски оцјењених *ломљивости* и *еластичности/савитљивости* не указују на реалан квалитет текстурни својстава сушених шпагета. Током одређеног периода складиштења може доћи до промијена у вриједностима отпорности на лом и савитљивост нити шпагета, као и неправилних напрснућа која се не могу опазити чулном перцепцијом (Meullenet и сар., 1997).

5.1.2. Повезаност сензорских и инструменталних одређивања

Раније је назначено да инструментално мјерења текстурних својстава шпагета може да буде поуздана алтернатива сензорском панелу (Tang и сар., 1999; Martinez и сар., 2007; Sözer и Kaya, 2008). Сензорска оцјена прилично је напоран и скуп метод, па изналажења бржег и једноставнијег објективног метода, који је у

Табела 5.2 – Pearson-ови коефицијенти корелације за сензорска и инструментална текстурна својстава сушених шпагета

	С-С-В- ОВ	С-С-Б- ИС	С-С-Б- СТ	С-С-Б- СП	С-С-Б- ЛМ	С-С-Б- ОУ	С-И-(F _{max})- ЛМ	С-И-(e _m)- ЕЛ	С-d	С-l	С-ТА-(F _{max})- ЛМ	С-ТА-(d)- ЕЛ
С-С-Б-ОВ	1,00											
С-С-Б-ИС	0,39	1,00										
С-С-Б-СТ	0,89*	0,58	1,00									
С-С-Б-СП	0,56	0,66	0,75*	1,00								
С-С-Б-ЛМ	0,55	0,85*	0,68*	0,57	1,00							
С-С-Б-ОУ	0,70*	0,86*	0,83*	0,71*	0,89*	1,00						
С-И-(F _{max})-ЛМ	0,09	0,53	0,31	-0,10	0,68*	0,56	1,00					
С-И-(e _m)-ЕЛ	0,22	-0,20	-0,03	-0,20	0,20	-0,12	-0,10	1,00				
С-d	-0,18	0,37	0,09	0,01	0,30	0,36	0,78*	-0,51	1,00			
С-l	0,12	0,52	0,30	-0,03	0,66	0,43	0,84*	0,14	0,59	1,00		
С-ТА-(F _{max})-ЛМ	0,03	0,53	0,29	0,22	0,44	0,51	0,83*	-0,55	0,91*	0,61	1,00	
С-ТА-(d)-ЕЛ	-0,16	-0,09	-0,05	-0,08	-0,35	-0,11	0,04	-0,59	0,58	0,04	0,48	1,00

*болдоване и означне вриједности статистички су значајне ($r=0,67$); $p<0,05$

корелацији са сензорском оцјеном, увијек представља добру алтернативу. У овом поглављу приказани су *Pearson*-ови коефицијенти корелације као показатељи повезаности сензорских и инструменталних одређивања текстурних својстава сушених шпагета, а резултати су приказани у *табели 5.2*.

Утврђено је постојање позитивне и статистички значајне повезаности **структуре пресека** – *C-C-B-ST* са **обликом** – *C-C-B-OB* ($r=0,89$), **својством површине** – *C-C-B-CP* ($r=0,75$) и **ломљивотћу** – *C-C-B-LM* ($r=0,68$), као и повезаности **ломљивости** – *C-C-B-LM* са **испуцалошћу** – *C-C-B-IS* ($r=0,85$). Као што је било и за очекивати, сва текстурна својства била су у позитивној и статистички значајној повезаности са **укупном сензорском оцјеном** – *OY*.

Такође је пронађена је очекивана, позитивна, статистички значајна повезаност **силе лома** – *C-I-(F_m)-LM*, одређене на *Инстрону*, са **пречником нити** – *C-d* ($r=0,78$), **дужином нити** – *C-l* ($r=0,84$), **силом лома** – *C-TA-(F_{max})-LM* ($r=0,83$), одређене на *ТА.ХТ^{Plus}*-у. Остварена је позитивна, слабија, али статистичка значајна повезаност између **силе лома** – *C-I-(F_m)-LM* ($r=0,68$), одређене на *Инастрону* и **ломљивости** – *C-C-B-LM*, док је повезаност између **еластичности** – *C-I-(e_m)-EL*, одређене на *Инастрону* и **ломљивости** – *C-C-B-LM* била позитивна али не и статистички значајна.

Pearson-ови коефицијенти корелације показали су постојање високе позитивне и статистички значајне повезаности између **силом лома** – *C-TA-(F_{max})-LM*, одређене на *ТА.ХТ^{Plus}*-у и **дужине нити** – *C-l* ($r=0,91$), док повезаност **силе лома** – *C-TA-(F_{max})-LM* и **еластичности** – *C-TA-(d)-EL*, одређених на *ТА.ХТ^{Plus}*-у, са сензорским својствима, није била статистички значајна.

Сходно добијеним резултатима може се закључити да инструментална одређивања силе лома – *C-TA-(F_{max})-LM* и *еластичности* – *C-TA-(d)-EL* на *ТА.ХТ^{Plus}*-у не могу бити прецизни показатељи у процјени сензорских опажаја, *прије свега ломљивости* – *C-C-B-LM*, код комерцијалних узорака сушених шпагета.

Раније је речено да постоје случајеви у којима вриједности сензорски оцјењене ломљивости и савитљивости сушених шпагета не указују увијек на реалан квалитет производа. Напрслине на узорку шпагета могу се јавити у виду праве линије дуж осе цилиндричне нити, као и неправилна напрснућа, која се тешко могу опазити голим оком. Овакав узорак шпагете може показати високе вриједности отпорности на лом и еластичности, али би се током кувања несумњиво распао. Овакво мишљење потпомогнуто је подацима добијеним током складиштења узорака шпагета (Meullenet и сар., 1997). Вриједности ломљивости и савитљивости код једног узорака могу се смањити за 27% у односу на почетну током складиштења од 4 мјесеца.

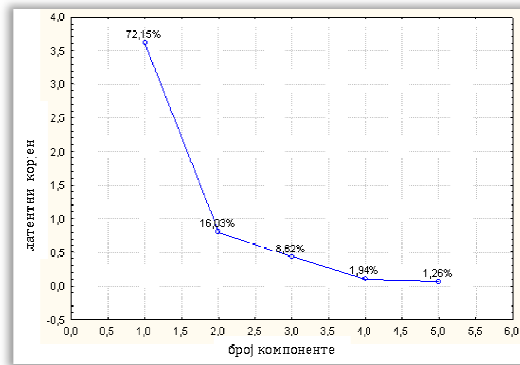
Све ово наводе на закључак да би разлоге слабе повезаности између ломљивости – *C-C-B-LM*, *одређене сензорски са силом лома* – *C-TA-(F_{max})-LM* и *еластичности* – *C-TA-(d)-EL* *одређених инструментално на ТА.ХТ^{Plus}-у, можда требало потражити у другачијем сагледавању чулне перцепције ломљивости, која би захтијевала нека друга или више физичких мјерења (Meullenet и сар., 1997, 1998). Статистички незнатна повезаност између наведених показатеља прије указује на одређено правило, више него на неочекивани исход и ову тврдњу би свакако требало провјерити кроз нека наредна испитивања.*

5.1.3. Анализа главних компоненти (PCA)

Док су резултатима *ANOVA* приказане статистички значајне разлике између узорака шпагета у односу на текстурна својства оцјењена различитим поступцима, *PCA* је омогућила увид која својстава су релевантна у давању препознатљиве слике квалитета сушених шпагета (*Calviño u cap., 1996*).

Анализа главних компоненти (енгл. *Principan Component Analysis – PCA*) или *редукциона анализа података*, представља облик факторске анализе за добијање сажетог – редукованог приказа великог броја мјерења начињених на серији појединачних узорака. Циљ *PCA* је креирање *p* *линеарних комбинација* изворних варијабли које се називају **главне компоненте** (*principal components*). Прва главна компонента (*PC1*) конструисана је тако да обухвата највећи дио варијансе изворног скупа података, док наредне (*PC2, PC3, PC4* итд.) обухватају онај дио варијансе података који није обухваћен претходно издвојеним главним компонентама. Упркос чињеници да су главне компоненте производ механичког поступка трансформације једног у други скуп података, њихова интерпретација може се заснивати на апсолутној величини и предзнаку коефицијента (*фактора тежине*) линеарне комбинације. Наиме, коефицијенти блиски нули сугеришу да одговарајућа изворна варијабла не учествује значајно у формирању одговарајуће главне компоненте. Прецизније говорећи, вриједности коефицијената блиски +1 или -1 указују на то да је дата варијабла у високој корелацији са датом главном компонентом, али је и вриједност коефицијента $> 0,3$ такође довољно значајна (*Bower, 2009*). Основу за интерпретацију главних компоненти чине *својствени* или *латентни вектори* (*eigenvectors*), који у геометријској – дводимензионалној структури, представљају *sin* (*синусе*) и *cos* (*косинусе*) углова нових оса тј. главних компоненти. Сума варијанси свих изворних варијабли представља укупну варијансу. Дио те укупне варијансе (%) објашњен једном главном компонентом назива се *својствена вриједност* или *латентни корјен* (*eigenvalue*). Пројекцијом својствених вектора у факторским равнима добијају се скорови главних компоненти (*principal component scores* или *component plot* или *loadings plot*). Вриједности својствених вектора су у *PC1* најчешће релативно равномјерно распоређене по свим изворним варијаблама. У *PC2* долази до њихове веће диспропорције, што омогућава издвајање изворне вријабле (или тек неколико њих) са јачим учешћем и помаже у објашњавању и сажимању укупног варијабилитета података (*Hotelling, 1933; Sharm, 1996; Tenjević, 2002; Janković-Milić, 2003*). На основу графичког приказа, *корелационог круга PCA*, могуће је и визуелно сагледати релативан положај скорова главних компоненти, што је у овој дисертацији и урађено. Уколико су у корелационом кругу двије варијабле удаљене од центра, или уколико су близу једна другој, оне су у значајно позитивној корелацији (*r* близак 1). Уколико су ортогонално распоређене, варијабле нису у корелацији (*r* близак 0). Уколико су на супротним странама центра, онда су у значајно негативној корелацији (*r* близу -1). У *PC* дијаграму (простору) могуће је приказати производе (узорке), односно информације које се добијају преко обрачуна скорова производа (*objects (products) scores*), а који представља сложену мјеру израчунату на основу фактора тежине и изворне варијабле. Овај графички приказ (*score plot*) сличан је *скору* главних компоненти а представља дијаграм расутости – позиционирања производа (*scatter diagram*) наспрам одговарајућих главних компоненти.

Раније је споменуто да су главне компоненте производ механичког поступка трансформације једног скуп података у други. Узимајући у обзир чињеницу да су претпоставке за примјену *PCA* више концептуалне него статистичке, у овом поглављу ће бити приказани случајеви у којима је *PCA* примјењена на корелационом матриксу одговарајућих текстурних својстава сушених шпaгeтa.



Примјена *PCA* у истраживању структуре сензорних података показала је да је двокомпонентни приказ био довољан у давању уочљиве и препознатљиве слике узорака сушених шпaгeтa на основу линеарне комбинације 6 изворних сензорских варијабли (комбинација I). *PC1* је било објашњено 72,15%, а *PC2* 16,03% укупне варијансе података (слика 5.11).

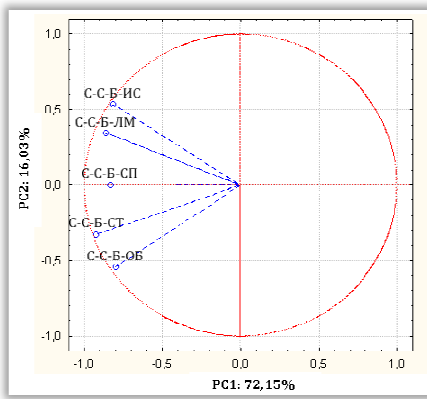
Слика 5.11 – % варијансе сензорских одређивања објашњен главним компонентама

Коефицијенти повезаност изворних варијабли и главних компоненти приказани су у табели 5.3.

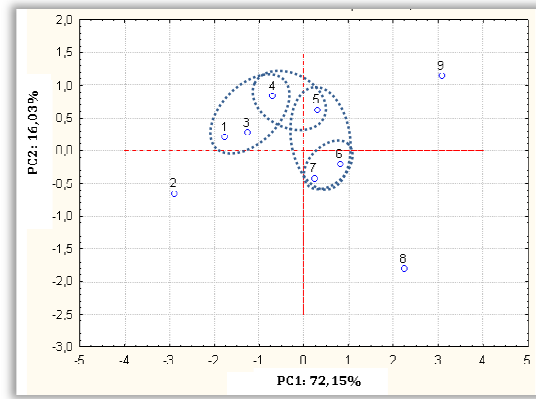
Табела 5.3 – Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти

	<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>PC3</i>	<i>PC4</i>	<i>PC5</i>
С-С-Б-ОБ	-0,7998	-0,5419	-0,2033	0,0868	0,1336
С-С-Б-ИС	-0,8196	0,5324	-0,0168	0,2110	-0,0086
С-С-Б-СТ	-0,9239	-0,3262	-0,0105	-0,0095	-0,1993
С-С-Б-СП	-0,8344	0,0022	0,5423	-0,0742	0,0655
С-С-Б-ЛМ	-0,8639	0,3434	-0,3084	-0,1988	0,0343

Наглашено да вриједност коефицијент $> 0,3$ указује на довољну значајност изворне варијабли, али вриједност коефицијента $\geq 0,50$ указује на значајно учешће варијабли у формирању и изражавању осе у односу на коју се пројектује (Bower, 2009). Узимајући у обзир ову чињеницу, на основу добијених резултата, може се закључити да је *PC1* била под јаким негативним утицајем свих изворних варијабли, при чему највећи фактор тежине имала структура пресека – С-С-Б-СТ (табела 5.3). На *PC2* највећи утицај имали су облик – С-С-Б-ОБ и испуцалост – С-С-Б-ИС, при чему је *PC2* била са обликом – С-С-Б-ОБ у негативној, а са испуцалошћу – С-С-Б-ИС у позитивној корелацији и могла се окарактерисати као оса облика наспрам испуцалости нити шпaгeтe. Двокомпонентни (*PC1-PC2*) дијаграми, са којима је објашњено 88,18% укупне варијансе сензорских података, приказани су сликама 5.12 и 5.13. Слика 5.12 пружа увид у корелациони ранг сензорских варијабли, а слика 5.13 позицију (груписање) узорака шпaгeтa у *PC* дијаграму у односу на те варијабли. Креирањем *p* линеарних комбинација сензорских изворних варијабли, на основу слике 5.13, могло би се закључити да је у *PC* простору дошло до издвајања двије групације узорака шпaгeтa, уз потпуну и засебну издвојеност узорака 2, 8 и 9. С обзиром на релативно слаб, али значајан утицај *PC1*, узорак 5 се на основу сета свих изворних варијабли, могао придружити групацији узорака 6 и 7, али је у односу



Слика 5.12 – Графички приказ линеарних комбинација сензорских варијабли (комбинација I) идентификованих PCA



Слика 5.13– Графички приказ позиције узорака у PC дијаграму у односу на посматране линеарне комбинације изворних варијабли (комбинација I)

на PC2 и значајан утицај облика – С-С-Б-ОБ и испуцалости – С-С-Б-ИС, био ближи групацији узорака 1, 3 и 4. Потпуна одвојеност узорака 2, 8 и 9 у PC простору, утемељена је на утицају свих изворних варијабли, довело је до закључка да су ови узорци посједовали потпуно различите карактеристике у погледу сета изворних варијабли у односу на остале узорке шпагета.

На основу добијених резултата PCA може се закључити да је сензорском оцјеном методом бодовања остварено добро сажимање и анализа линеарне повезаности текстурних својстава, уз минимални губитак информација, као и јасно карактерисање (раздвајање) узорака сушених шпагета.

Примјена PCA у истраживању структуре инструменталних података добијених примјеном Инстрона, као и података о пречнику и дужини нити одређених нонијусом, показала је да је двокомпонентни приказ био довољан у давању уочљиве и препознатљиве слике узорака сушених шпагета на основу линеарне комбинације 4 изворне варијабле (комбинација II) (табела 5.4).

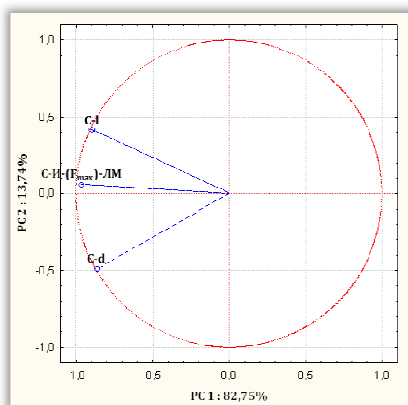
Табела 5.4 – Процент укупне варијансе, проценат варијансе објашњен са PC1 и PC2, као и коефицијенти повезаности у зависности од примјењеног сета изворних варијабли комбинације II

PCA КОМБИНАЦИЈЕ	II		II / 1	
	PC1	PC2	PC1	PC2
Кум. % (PC1 + PC2)	93,68		96,49	
% варијансе објашњен главним компонентама	63,28	30,40	82,75	13,74
ИЗВОРНЕ ВАРИЈАБЛЕ	Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти			
	PC1	PC2	PC1	PC2
С-И-(F _m)-ЛМ	-0,9502	-0,1825	-0,9655	0,0523
С-И-(e _m)-ЕЛ	0,2895	-0,9384		
С- d	-0,9086	0,3133	-0,8659	-0,4871
С- l	-0,8481	-0,4515	-0,8946	0,4151

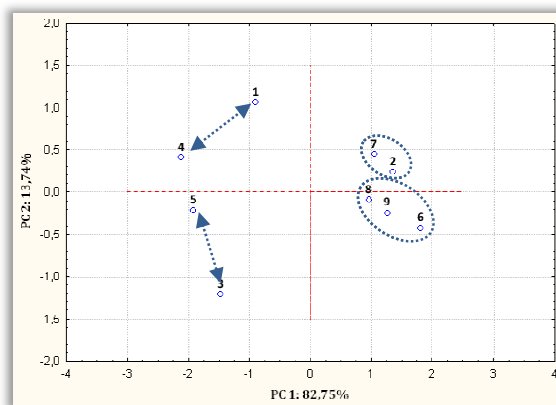
Узимајући у обзир чињеницу да је примјена PCA више концептуалне него статистичка, резултати PCA могу се мијењати уколико се утврди да су неке изворне варијабле сувишне (Jolliffe 1972; 1973), односно да се добијање главних компоненти може остварити линеарним комбинацијама ефикаснијих и варијабли са више смисла (Gains и сар., 1988). Самим тим, у даљем раду смањен

је број изворних варијабли на рачун еластичности – С-И-(em)-ЕЛ, тако што је усвојен критеријум за елиминисање варијабле, која доприноси смањењу % објашњења укупне варијансе (PC1 + PC2) и критеријум смањене апсолутне вриједности коефицијената повезаности са PC1 (табела 5.4). Даљом секвенцијалном PCA (комбинација II/1) остварено је повећање % укупне варијансе (93,68% → 96,49%) и веома значајно повећање % варијансе објашњен PC1 (63,28% → 82,75%) у односу на PC анализу комбинације II. На основу добијених резултата, видимо да је PC1 је била под статистички значајно јаким и негативним дјеловање пречника нити – С-1, дужине нити – С-d и силе лома – С-И-(em)-ЕЛ, који су међусобно били повезани и имали здружено дјеловање (слика 5.14).

Креирањем p *линеарних комбинација* (комбинација II/1) дошло је потпуног раздвајања узорака у 4 квалитетне групације, уз незнатну одвојеност узорака 1 и 4, као и узорака 3 и 5 (слика 5.15).



Слика 5.14 – Графички приказ линеарних комбинација варијабли идентификованих PCA (комбинација II/1)



Слика 5.15 – Графички приказ позиције узорака у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабли (комбинација II/1)

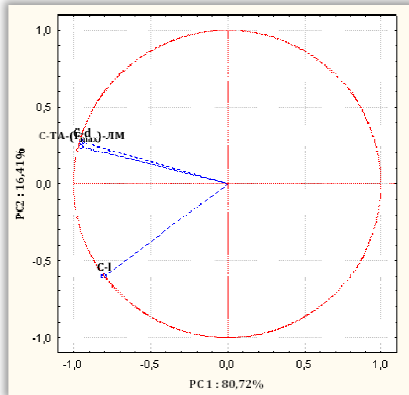
Добијени резултати PCA показали су значајно велики допринос PC1, као и значајан допринос у објашњењу укупног варијабилитета података, добијених инструменталним одређивањем текстуних својстава куваних шпагета на Инструону, као и пречника и дужине нити одређених нонијусом, и на тај начин указали на могућност добре примјене инструменталног одређивања у добијању квалитетних разлика у текстурним својствима комерцијалних узорака сушених шпагета.

Примјена PCA у истраживању структуре инструменталних података добијених примјеном ТA.XTRPlus-a, као и података о пречнику и дужини нити одређених нонијусом, такође је показала да је двокомпонентни приказ био довољан у давању уочљиве и препознатљиве слике узорака сушених шпагета на основу линеарне комбинације 4 изворне варијабли (комбинација III) (табела 5.5). По истом принципу као и у претходном случају, из даље PC анализе искључена је еластичност – С-ТА-(em)-ЕЛ и спроведена је наредна секвенцијална PCA на преосталом сету изворних варијабли (комбинација III/1). Остварено је значајно повећање % укупне варијансе (91,40% → 97,13) и веома значајно повећање % варијансе коју објашњава PC1 (67,30% → 80,72%) у односу на PC анализу комбинације III. Дошло је до промјене смисла PC1, док је смисао PC2 остао исти.

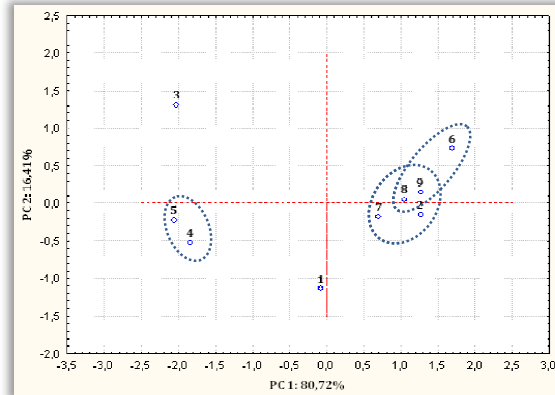
Табела 5.5 – Процент укупне варијансе, проценат варијансе објашњен са $PC1$ и $PC2$, као и коефицијенти повезаности у зависности од примјењеног сета изворних варијабли комбинације III

РСА КОМБИНАЦИЈЕ	III		III / 1	
Кум.% ($PC1 + PC2$)	91,40		97,13	
% варијансе објашњен главним компонентама	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
	67,30	24,11	80,72	16,41
ИЗВОРНЕ ВАРИЈАБЛЕ	Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти			
	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
C- d	0,9651	0,0425	-0,9411	0,2689
C-l	0,6940	-0,6443	-0,7986	-0,6019
C-TA-(F_m)-ЛМ	0,9477	-0,0519	-0,9478	0,2401
C-Ta-(e_m)-ЕЛ	0,6170	0,7380		

На основу добијених резултата, видимо да је $PC1$ била под статистички значајним и јаким здруженим негативним дјеловањем пречника – C- d, дужине – C-l и силе лома – C-И-(e_m)-ЕЛ. $PC2$ је била под негативним дјеловањем дужине нити– C-l шпагета (слика 5.16). Креирањем p линеарних комбинација (комбинација III/1) дошло је раздвајања узорака у двије квалитетне групације, при чему се блага раздвојеност узорака 2 и 7 од групације узорака 8, 9, па и 6, може присписати само разлици у дужини нити сушених шпагета, која је имала највећи утицај на $PC2$ осу. Потпуна и засебна издвојеност узорака 1 и 3 од осталих у PC простору навела је на закључак да су посматрани узорци имали потпуно другачије карактеристике од осталих узорака у односу на посматрани сет изворних варијабли (слика 5.17).



Слика 5.16 – Графички приказ линеарних комбинација варијабли идентификованих РСА (комбинација III/1)

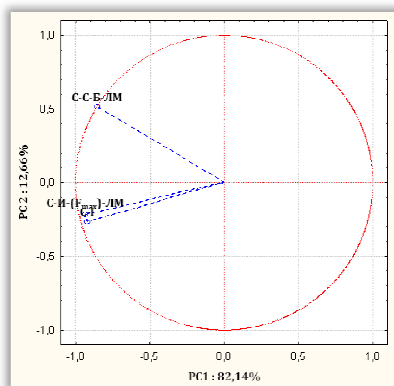


Слика 5.17 – Графички приказ позиције узорака у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабли (комбинација III/1)

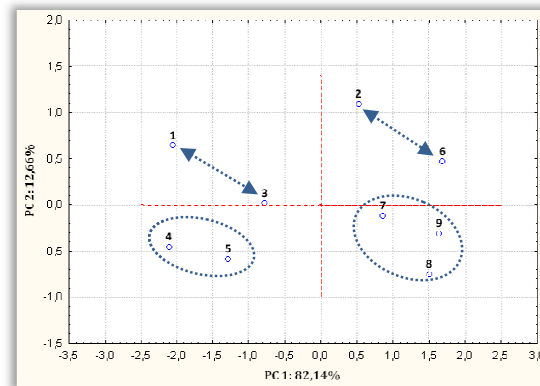
Узимајући у обзир значај и употребу РСА у проучавању односа између више независних варијабли на основу сета података базираних на њиховим корелацијама, извршено је даље комбиновање варијабли сензорских и инструменталних одређивања и сагледана њихова унутрашња међузависност, као и допринос у објашњењу укупног варијабилитета добијених података. У првом кораку је примјењена РСА на корелационом матриксу текстурних својстава сушених шпагета, одређених сензорским методом бодовања (комбинација I) и инструменталним методима на – Инстрону (комбинација II/1), а у другом, на корелационом матриксу текстурних својстава одређених

Табела 5.6 – Процент укупне варијансе, процент варијансе објашњен са $PC1$ и $PC2$, као и коефицијенти повезаносту у зависности од примјењеног сета изворних варијабли комбинације IV

РСА КОМБИНАЦИЈЕ	IV		IV/1		IV/2		IV/3	
Кум.% ($PC1 + PC2$)	81,45		87,40		93,06		96,78	
% варијансе објашњен главним компонентама	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
	53,63	27,82	68,46	18,94	76,27	16,79	82,14	12,55
ИЗВОРНЕ ВАРИЈАБЛЕ	<i>Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти</i>							
	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
С-С-Б-ОБ	-0,6061	0,6399						
С-С-Б-ИС	-0,8659	0,0283	-0,8514	-0,2657	-0,8282	-0,5182		
С-С-Б-СТ	-0,8044	0,4909	-0,6794	-0,6140				
С-С-Б-СП	-0,6390	0,5791						
С-С-Б-ЛМ	-0,9393	0,0182	-0,9472	-0,1611	-0,9183	-0,2906	-0,8566	0,5156
С-И-(F_{max})-ЛМ	-0,7336	-0,6203	-0,8232	0,4795	-0,8764	0,3900	-0,9339	-0,2139
С-d	-0,4713	-0,7172						
С-l	-0,6891	-0,5824	-0,8135	0,4933	-0,8680	0,4081	-0,9263	-0,2612



Слика 5.18 – Графички приказ линеарних комбинација варијабли идентификованих PCA (комбинација IV/1)



Слика 5.19 – Графички приказ позиције узорака у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабли (комбинација IV/1)

сензорским методом бодовања (комбинација I) и инструменталним одређивањем на TA.XTPlus –у (комбинација III/1).

Важно је нагласити да је смисао PC1 кроз даље PC анализе у свим испитаним случајевима остао непоромјењен, за разлику од PC2. Како је и било за очекивати, % укупне варијансе, као и % варијанса објашњен PC1 значајно су порасли, идући од полазних комбинација (IV и V), као крајњим комбинација (IV/3 и V/3), обухваћених секвенцијалним PCA (табеле 5.6 и 5.7).

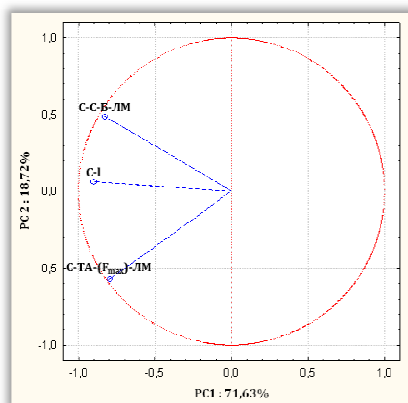
Примјена PCA у истраживању комбиноване структуре података (комбинација IV), добијених сензорским метод бодовања (комбинација I) и као инструменталним поступком уз примјену Инстрона (комбинација II/1), као и примјена секвенцијалних PCA са редукованим варијаблама комбинације IV, показале су да је у свим обрађеним случајевима, двокомпонентни приказ био довољан у давању уочљиве и препознатљиве слике узорака сушених шпагета на основу различитих линераних комбинација изворних варијабли (комбинације IV, IV/1, IV/2 и IV/3) (табела 5.6). На основу добијених резултата може се закључити да је допринос у повећању % варијансе PC1, као и % укупне варијансе у објашњењу података био остварен код комбинације IV/3, која се односила на изворне варијабле ломљивост – C-C-B-ЛМ, сила лома – C-И-(F_{max})-ЛМ одређене на Инстрону и дужина нити – C-I сушених шпагета. Корелациони ранг изворних варијабли комбинације IV/3 (слика 5.18) пружио је јасана увид у значајну повезаност и здружено дјеловање све три посматране изворне варијабле на PC1 осу, чији су коефицијенти повезаности били статистички веома значајни и са негативним предзнаком. PC2 је била под статистички значајним утицајем силе лома – C-И-(F_{max})-ЛМ, чије дјеловање је било у супротности са готово занемарљивим утицајем преостале двије варијабле. Видио се да је у PC простору дошло до позиционирања, односно груписања узорака шпагета у 4 потпуно одвојене групације (слика 5.19).

На основу добијених резултата PCA може се закључити да се најбоље сажимање и анализа линеране повезаности показатеља, уз минимални губитак инфорација, остварило у односу на комбинацију IV/3. Ово наводи на закључак да се комбинацијом сензорске оцјене ломљивости – C-C-B-ЛМ методом бодовања, инструменталног одређивањем силе лома – C-И-(F_{max})-ЛМ на Инстрону, као и дужине нити шпагета – C-I одређене нонијусом, најбоље могу сагледати калитетне разлике у чврстоћи сушених шпагета.

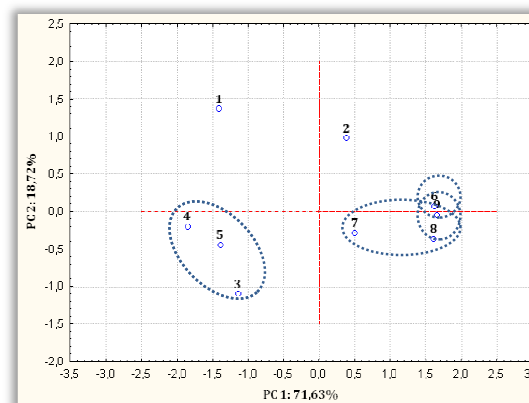
Надаље, примјена PCA у истраживању комбиноване структуре података (комбинација V), добијених сензорским метод бодовања (комбинација I) и као инструменталним поступком, уз примјену TA.XTPlus –а (комбинација III/1), као и примјена секвенцијалних PCA са редукованим варијаблама комбинације V, показале је да је у свим обрађеним случајевима, двокомпонентни приказ био довољан у давању уочљиве и препознатљиве слике узорака сушених шпагета на основу различитих линераних комбинација изворних варијабли (комбинације V, V/1, IV/2 и V/3) (табела 5.7). Смисао PC1 у свим испитиваним случајевима је остао непромјењен, за разлику од PC2. Остварен је допринос у повећању % варијансе објашњен PC1, као и % укупне варијансе у објашњењу података остварен комбинацијом V/3, која се односила на податке одређивања ломљивости – C-C-B-ЛМ, силе лома – C-TA-(F_{max})-ЛМ одређене на TA.XTPlus –у и дужине нити – C-I сушених шпагета. Коорелациони ранг изворних варијабли комбинације V/3 (слика 5.20) пружа јасана увид у значајну повезаност и здружено дјеловање све три посматране изворне варијабле на PC1 осу, чији су

Табела 5.7– Процент укупне варијансе, процент варијансе објашњен са $PC1$ и $PC2$, као и коефицијенти повезаносту у зависности од примјењеног сета изворних варијабли комбинације V

РСА КОМБИНАЦИЈЕ	V		V/1		V/2		V/3	
Кум.% ($PC1 + PC2$)	80,00		83,32		87,14		90,36	
% варијансе објашњен главним компонентама	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
	52,44	27,56	65,58	17,74	70,52	16,62	71,63	18,72
ИЗВОРНЕ ВАРИЈАБЛЕ	Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти							
	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
С-С-Б-ОБ	-0,6155	0,6415						
С-С-Б-ИС	-0,8787	-0,0176	-0,8870	-0,1490	-0,8763	0,3557		
С-С-Б-СТ	-0,8208	0,4615	-0,7108	-0,5665				
С-С-Б-СП	-0,6836	0,4958						
С-С-Б-ЛМ	-0,9086	0,0568	-0,9256	-0,2075	-0,8952	0,3791	-0,8303	0,4849
С-d	-0,4837	-0,7973						
С-l	-0,6411	-0,5280	-0,7703	0,4454	-0,8291	-0,2729	-0,9052	0,0577
С-ТА-(F_{max})-ЛМ	-0,6579	-0,6453	-0,6977	0,5501	-0,7509	-0,5657	-0,8001	-0,5686



Слика 5.20 – Графички приказ линеарних комбинација варијабли идентификованих РСА (комбинација $V/3$)



Слика 5.21 – Графички приказ позиције узорака у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабли (комбинација $V/3$)

коэффициенти повезаности били статистички веома значајни и са негативним предзнаком. $PC2$ оса је била под негативним и статистички значајним утицајем силе лома – $C-TA-(F_{max})-LM$, чије дјеловање је било у супротности са готово занемарљивим утицајем преостале двије варијабле (табел 5.7, слика 5.20). У PC простору видимо да је дошло до позиционирања, односно груписања узорака шпаета у 2 потпуно одвојене групације, при чему је благу одвојеност узорка 6, од групације узорака 8 и 9 требало приписати утицају $PC2$, при свега силе лома, док се благу одвојеност узорка 7 у односу на исту групацију могла приписати утицају $PC1$, тачније готово подједнаком утицају силе лома и ломљивости и највећем утицају дужине нити сушених шпаета (слика 5.21). Потпуна и засебна издвојеност узорака 1 и 2 од осталих узорака у PC простору, навела је на чињеницу да су посматрани узорци имали потпуно другачије карактеристике у односу на посматрани сет изворних варијабли.

На основу добијених резултата PCA може се закључити да су се најбоље сажимање и анализа линеране повезаности показатеља, уз минимални губитак информација, остварили у односу на комбинацију $V/3$. Односно, да су се комбинацијом сензорске оцјене ломљивости – $C-C-B-LM$ методом бодовања, инструментално одређивањем силе лома – $C-TA-(F_{max})-LM$ на $TA.XT^{Plus}$ -а, као и дужине нити шпаета – $C-l$ одређене нонијусом, најбоље могли сагледати калитетне разлике у чврстоћи сушених шпаета.

У табели 5.8 збирно су приказани резултати PC анализа на основу којих се може сагледати допринос % укупне варијансе, као и % варијансе објашњен првим двијема главним компонентама у зависности од различитог сета изворних варијабли.

Табела 5.8 – % варијансе податак објашњен $PC1$ и $PC2$ у зависности од различитог сета изворних варијабли

PCA КОМБИНАЦИЈЕ		% варијансе објашњен главним компонентама		Кум.% ($PC1 + PC2$)
		$PC1$	$PC2$	
I	<ul style="list-style-type: none"> • $C-C-B-OB$ • $C-C-B-IS$ • $C-C-B-ST$ • $C-C-B-SP$ • $C-C-B-LM$ 	72,15	16,03	88,18
II/1	<ul style="list-style-type: none"> • $C-I-(F_m)-LM$ • $C-l$ • $C-d$ 	82,75	13,74	96,49
III/1	<ul style="list-style-type: none"> • $C-C-B-LM$ • $C-TA-(F_{max})-LM$ • $C-l$ 	80,72	16,41	97,13
IV/3	<ul style="list-style-type: none"> • $C-C-B-LM$ • $C-I-(F_{max})-LM$ • $C-l$ 	82,14	12,55	96,78
V/3	<ul style="list-style-type: none"> • $C-C-B-LM$ • $C-TA-(F_{max})-LM$ • $C-l$ 	71,63	18,72	90,36

На основу приказаних резултата, може се закључити да се у свим обрађеним сетовима изворних варијабли (комбинацијама) PCA остварило задовољавајуће сажимање и анализа повезаности варијабли, уз минималне губитке информација, а највише у односу на комбинацију III/3 (97,13%), која је обухватила инструментално одређивање силе лома – $C-TA-(F_{max})-LM$ на

ТА.ХТ^{Plus}-у, као и пречника – $C-d$ и дужине $C-l$ нити сушених шпагета. Највећи допринос у објашњењу % варијабилитета података $PC1$ (82,75%), остварен је одређивањем силе лома – $C-I-(F_m)$ -ЛМ, уз истовремено одређивање пречника – $C-d$ и дужине – $C-l$ нити сушених шпагета. Истовременим одређивањима ломљивости – $C-C-B-ЛМ$ сензорским методом и силе лома – $C-I-(F_m)$ -ЛМ на *Истрону*, као и дужине нити – $C-l$, дошло је до повећања % укупног варијабилитета података у односу на комбинације I и $II/1$, док се истовременим одређивањима ломљивости – $C-C-B-ЛМ$ сензорским методом и силе лома – $C-IA-(F_m)$ -ЛМ на *ТА.ХТ^{Plus}*-у, као и дужине нити – $C-l$, % укупне варијансе смањило у односу на комбинације I и $III/1$.

*Све ово наводи на закључак да су се најбоље квалитетне разлике у текстуричним својствима сушених шпагета, односно у чврстоћи – отпорности на лом, могле сагледати инструменталним одређивањима ломљивости на *ТА.ХТ^{Plus}*-а или паралелним одређивањима овог показатеља сензорским методом бодовања и инструменталним одређивањем на *Истрону*.*

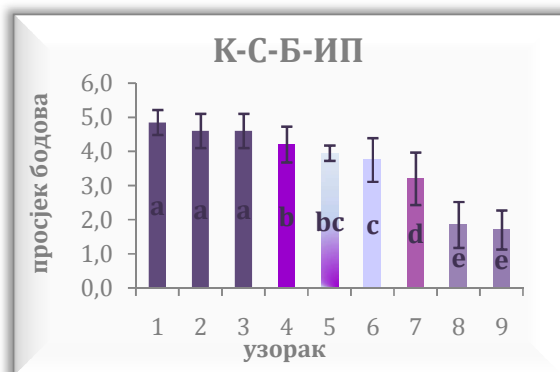
5.2. РЕЗУЛТАТИ ОДРЕЂИВАЊА ТЕКСТУРНИХ СВОЈСТАВА КУВАНИХ ШПАГЕТА

За разлику од сушених облика шпагета, који морају задовољити захтјеве потрошача на мјесту куповине, кувани облици морају оправдати очекивања у домаћинству. Ова очекивања односе се на посједовање одговарајуће жуте боје, пријатног укуса и одговарајућих својстава при кувању (Lee и сар., 2002; Sissons сар., 2005). Постоји неколико фактора који утичу на текстурна својства куване тјестенине, као што су садржај и квалитет протеина у полазној сировини, услови сушења, састав воде за кување, поступак цијеђења воде, вријеме између цијеђења и мјерења итд. (Smewing 1997; Sözer и Кауа, 2007). Feillet и Dexter (1996), као и Martinez и сар., (2007), током својих истраживања дошли су до закључака да се одговарајућа чврстоћа и жвакљивост куваних облика, као и растегљивост, могу сматрати позитивним атрибутима. Насупрот томе, стање површине, њена љепљивост, као и степен распадања куваног производа могу се сматрати негативним атрибутима, који доприносе нижој вриједност тјестенине.

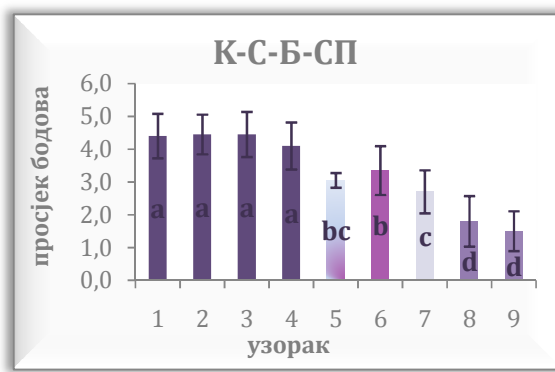
5.2.1. Анализа резултата сензорских и инструменталних одређивања

У складу са циљевима истраживања и методолошким приступом, у овом поглављу анализирани су и приказани резултати сензорске оцјене текстурних својстава узорака куваних шпагета методима бодовања и скале од стране панела, као и резултата инструменталних одређивања, добијени уз примјену анализатора текстуре, *Инстрона – модел 4301* и *ТА.ХТ^{Plus}-а*. Прикази резултата садрже средње вриједности $\pm SD$ одређивања појединих текстурних својстава, као и анализу статистички значајног диференцирања узорака шпагета (*ANOVA*) у односу на текстурна својства и различиту примјену метода оцјене. Вриједности које су на графицима означене истом бојом (комбинацијом боја) и истим словима (a, b) статистички се значајно разликују при примјени *Duncan*-овог теста вишеструких интервала ($p < 0,05$). Уопштено гледајући, *ANOVA* је показала постојање статистички значајног диференцирања ($p < 0,05$) узорака шпагета у односу на сва посматрана текстурна својства.

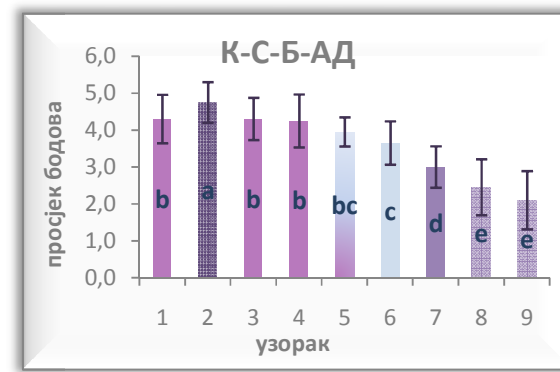
Један од значајних параметара у оцјени квалитета куваних шпагета свакако је површинска љепљивост, која примарно зависи од коагулације протеина и желатинизације сроба. Ранија је соменуто да у тјестенини направљеној од дурум пшенице, желатинизација скроба и коагулација протеина, узрокују главне промјене током кувања, које се дешавају при приближно истим условима садржаја влаге и температуре, а имају директан утицај на љепљивост (Cunin и сар., 1995). Након завршетка кувања у трајању до 20 min, површинска љепљивост расте са проласком времена између цијеђења нити куваних шпагета и оцјене. Како се вода губи са површине нити куваних шпагета, тако оне постају мање „подмазане”, односно површина нити постаје љепљивија (D'Appolonia и Gilles, 1971; Dexter и сар., 1983a; Grant и сар., 1993; Kruger и сар., 1996; Smewing 1997; Funami и сар., 2005; Sözer и сар., 2007).



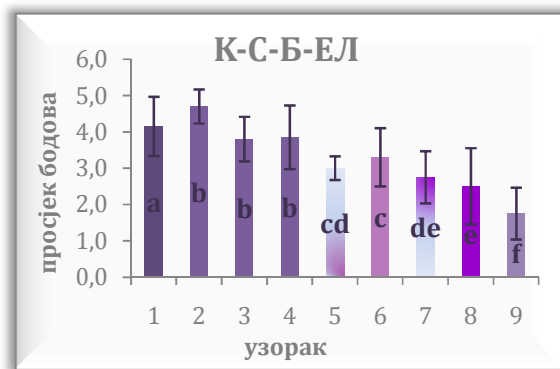
а) изглед површине – К-С-Б-ИП



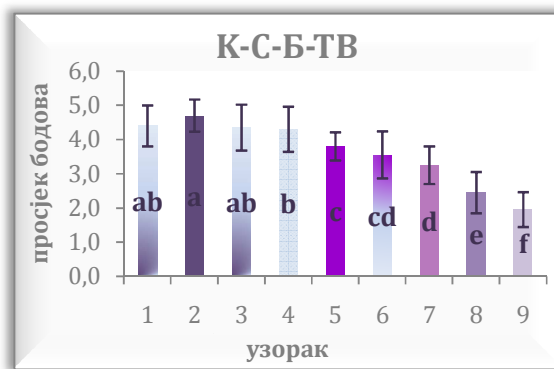
б) својства површине – К-С-Б-СП



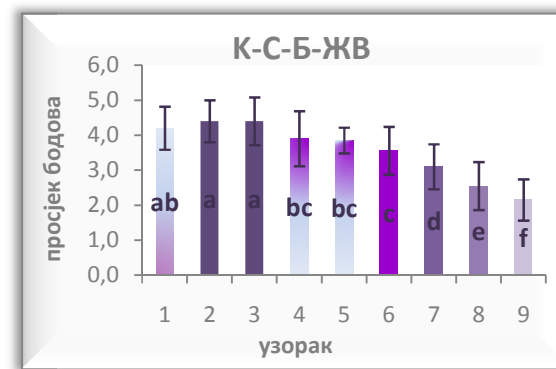
в) адхезивност – К-С-Б-АД



г) елстичност – К-С-Б-ЕЛ



д) тврдоћа – К-С-Б-ТВ



ђ) жвакљивост – К-С-Б-ЖВ

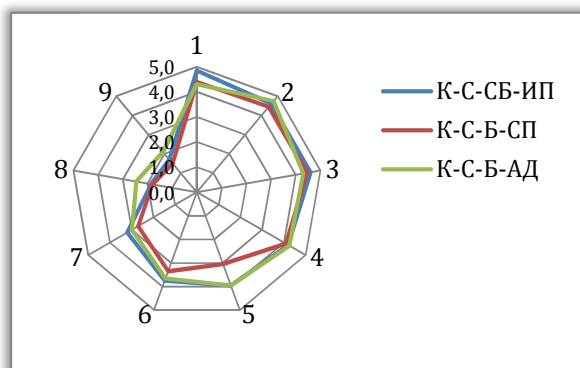
Слика 5.22 – Средње вриједности \pm SD и ANOVA за показатеље: а) изглед површине – К-С-Б-ИП; б) својство површине – К-С-Б-СП; в) адхезивност – К-С-Б-АД; г) еластичност – К-С-Б-ЕЛ; д) тврдоћа – К-С-Б-ТВ; ђ) жвакљивост – К-С-Б-ЖВ

У овој дисертацији, љепљивост куваних шпаета оцјењена је методом бодовања од стране панела, на основу 3 показатеља и уз примјену различитих техника сензорског оцјењивања: *визуелно – изглед површине – К-С-Б-ИП, палпаторно – својства површине – К-С-Б-СП и густаторно (орално) – адхезивност – К-С-Б-АД*. Добијени резултати приказани су на слици 5.22, појединачно.

Статистичком анализом резултата (*Duncan*-овог теста; $p < 0,05$) утврђено је значајно диференцирање узорака шпаета у 5 квалитетних група у односу на *изглед површине – К-С-Б-ИП* (слика 5.22 а)). У посебну групу, са највећим оствареним просјечним вриједностима бодова, нашли су се узорци 1, 2 и 3, оцјењени као најбољи, а у групу са најнижим просјеком бодова, и по квалитету овог посматраног својства оцјењени као најлошији, узорци 8 и 9. У посебну квалитетну групу издвојили су се узорци 4, 6 и 7, док се јасно раздвајање није могло постићи код узорка 5.

Даља анализа резултата показала је да је дошло до значајног диференцирања ($p < 0,05$) узорака шпаета у 4 квалитетне групе у односу на *својства површине – К-С-Б-СП* (слика 5.22 б)). Смањење броја диференцираних група остварено је на рачун узорка 4, који се са просјечним бројем бодова нашао у групи најбољег квалитета. Јасно раздвајање није постигнуто код узорка 5, док је диференцирање преосталих узорака било слично диференцирању узорака код *изгледа површине – К-С-Б-ИП*.

ANOVA је потврдила постојање статистички значајних разлика између узорака куваних шпаета у односу на *адхезивност – К-С-Б-АД* (слика 5.22 в)). Утврђено је статистички значајно ($p < 0,05$) диференцирање узорака шпаета унутар 5 квалитетних група, са нешто другачијим распоредом узорака по групама у односу на *изглед површине – К-С-Б-ИП* и *својства површине – К-С-Б-СП*.



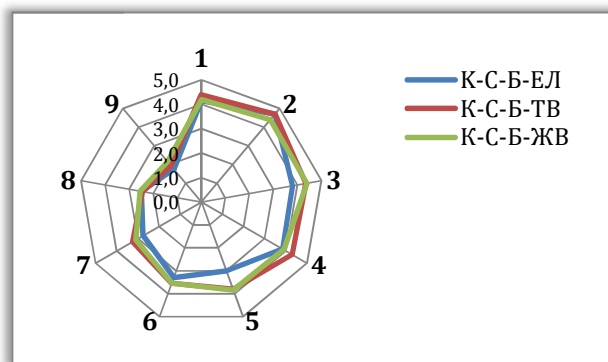
Слика 5.23 – Резултати сензорске оцјене љепљивости

Како је код сва 3 показатеља стандардна девијација била мала ($\pm SD < 1$ бода), може се закључити да је код оцјене љепљивости методом бодовања постигнута добра репродуктивност резултата. Панел са 20 оцјењивача био је у стању да препозна разлике у нијансама квалитета узорака куваних шпаета на основу сва 3 показатеља. Утврђено је постојање статистички значајног и готово идентичног диференцирања ($p < 0,05$) узорака куваних шпаета у односу на оцјењене показатеље, што наводи на закључак, да без обзира која је сензорска техника била примјењена (визуелна, палпаторна или густаторна), добијени резултати оцјене љепљивости, а тиме и остварени рангови квалитета, били су готово идентични (слика 5.23). Ово наводи на закључак да је примјеном

сензорске оцјене љепљивости методом бодовања могуће установити постојање квалитетних разлика код узорака куваних шпагета, оцјењујући их на основу само једног од 3 предложена сензорска својства.

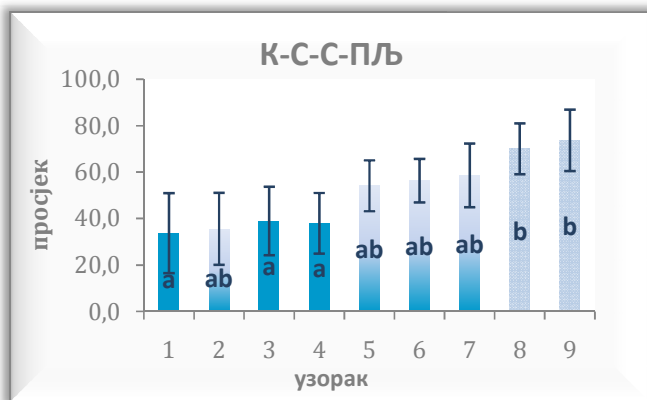
Разлике у вриједностима чврстоће куваних шпагета углавном се јављају услед разлика у квалитету глутена и његових протеинских фракција. Повећање количине глутена у тјестенини доводи до смањења % раскуваности куваних производа и повећања силе неопходне за постизање одговарајуће екстензије куваних облика. Током кувања шпагета доброг квалитета, протеини апсосују воду и брже бубре од скроба. Спорија миграција воде у унутрашње слојеве шпагета умногоме је посљедица скробне желатинизација. Брже бубрење скроба доводи до спорије *протин-протеин* интеракције и самим тим до споријег стварања протеинске мреже. Међутима, уколико се коагулација протеина одвија брже од бубрења и желатинизације скроба, протеинска мрежа постаје довољно чврста и еластична да спречи оштећења и на тај начин погодује задржавању одговарајућих текстурних својстава након кувања (Lirici, 1971; Grzybowski u Donnelly, 1979; Kim u cap., 1989; Wood u cap., 2001; Matsuo u Irvine, 1970; Matsuo u cap., 1972; Dexteru cap., 1981b; D'Egidio u cap., 1990; Cubadda, u cap., 1988; Sissons u cap., 2005; Oak u cap., 2006).

Анализом варијансе ($p < 0,05$), понаособ, утврђено је постојање статистички значајних разлика између узорака шпагета у односу на **еластичност** – К-С-Б-ЕЛ, **тврдоћу** –К-С-Б-ТВ и **жвакљивост** – К-С-Б-ЖВ. Добијени резултати приказани су на слици 5.22, појединачно. Duncan-овим тестом вишеструких интервала ($p < 0,05$) утврђено је диференцирање узорака шпагета у 6 квалитетних група у односу на сва 3 оцјењена текстурна својства. Код **еластичности** – К-С-Б-ЕЛ јасно диференцирање није остварено код узорака 5 и 7 у односу на узорке средњег квалитета (слика 5.22 г)), код **тврдоће** –К-С-Б-ТВ за узорке 1 и 3 у односу на узорке који припадају групацијам бољег и средњег квалитету (слика 5.22 д)), док се код **жвакљивост** – К-С-Б-ЖВ јасна граница није могла повући код узорака који припадају групацијама најбољег и средњег квалитета (слика 5.22 љ)).

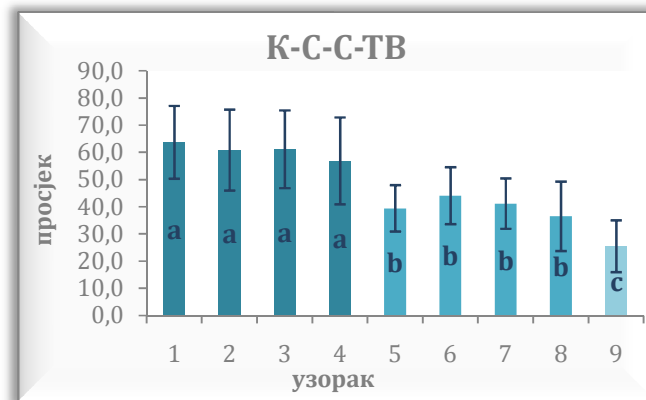


Слика 5.24 – Резултати сензорске оцјене позитивних текстурних својстава куваних шпагета

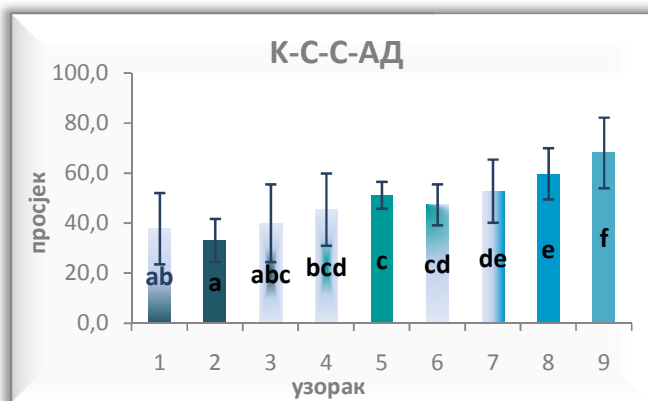
Како је код сва 3 показатеља, укључена у оцјену текстурних својстава куваних шпагета стандардна девијација била мала ($\pm SD < 1$ бода), може се закључити да је сензорском оцјеном методом бодовања постигнута добра репродуктивност резултата. Резултати сензорске оцјене за 3 „позитивна“ текстурна својства,



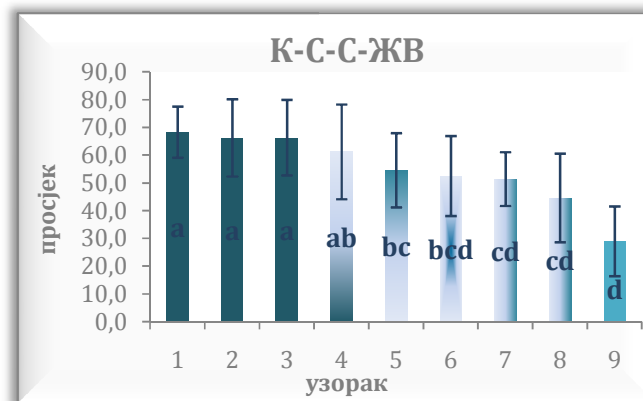
а) површинска лепљивост – К-С-С-Пљ



б) тврдоћа – К-С-С-ТВ



в) адхезивност – К-С-С-АД



г) жвакљивост – К-С-С-ЖВ

Слика 5.25 – Средње вриједности ± SD и ANOVA за показателје: а) површинска лепљивост –К-С-С-Пљ; б) адхезивност – К-С-С-АД; в) тврдоћа/чврстоћа – К-С-С-ТВ; г) жвакљивост – К-С-С-ЖВ

куваних шпаета (еластичност, тврдоћа и жвакљивост) збирно су приказани на слици 5.24, на основу које се може закључити да су уз мања одступања код узорака који припадају најбољем и средњем квалитету, добијени скоро идентични рангови квалитета за сва 3 оцјењена својства. Добијени резултати на пољу истраживања сензорске оцјене методом бодовања потврдила су раније добијене резултате (Kovach и сар., 1997; Meullenet и сар., 1998), у погледу значаности њене примјене као поузданог теста у процјени квалитета кувани шпаета. Ово наводи на закључак да се сензорском оцјеном еластичности, чврстоће и жвакљивости методом бодовања може постићи успјешно диференцирање узорака куваних шпаета у одговарајуће квалитетне групе на тржишту.

Даљом ANOVA утврђено је постојање статистички значајних разлика ($p < 0,05$) између узорака шпаета у односу на љепљивост, тврдоћу, жвакљивост и адхезивност, оцјењених методом референтне неструктурне скале. Добијени резултати приказани су на слици 5.25, појединачно.

Стандардне девијације код сва четири оцјењена текстурна својства биле су веће, што је и било и за очекивати код примјене метода скале у сензорној оцјени текстурних својстава (Meullenet и сар., 1998). Међутим, ефекти опажаја били су значајни, пошто су указали да су оцјењивачи користили различите дјелове неструктурне скале, што је било и за очекивати код оваквог метода оцјене (Tang и сар., 1998). Примјеном Duncan-овог теста вишеструких интервала ($p < 0,05$), утврђено је значајно диференцирања узорака шпаета у односу на 4 оцјењена својства.

Потпуно диференцирање узорака шпаета остварено је у односу на **тврдоћу** – К-С-С-ТВ и **површинску љепљивост** – К-С-С-ПЉ. Припадност узорака издиференцираним групацијама, одличног, средњег и лошег квалитета, идентично је, осим код узорка 8, који се у односу на просјечну оцјену тврдоће – К-С-С-ТВ, нашао у групацији средњег, а у односу на површинску љепљивост – К-С-С-ПЉ, у групацији лошег квалитета.

На основу добијених резултата може се закључити да се примјеном сензорског метода референтне неструктурне скале успјешно могло остварити диференцирање узорака куваних шпаета у односу на тврдоћу/чврстоћу – К-С-С-ТВ и површинску љепљивост – К-С-С-ПЉ.

Код преостала два текстурна својства дошло је до статистички значајног раздвајања узорака куваних шпаета у 5 квалитетних група за **жвакљивост** – К-С-С-ЖВ и 6 за **адхезивност** – К-С-С-АД. Међутим, јасна граница могла се повући само код узорака, који се у односу на преостале издвајају као групације или узорци одличног и/или лошег квалитета.

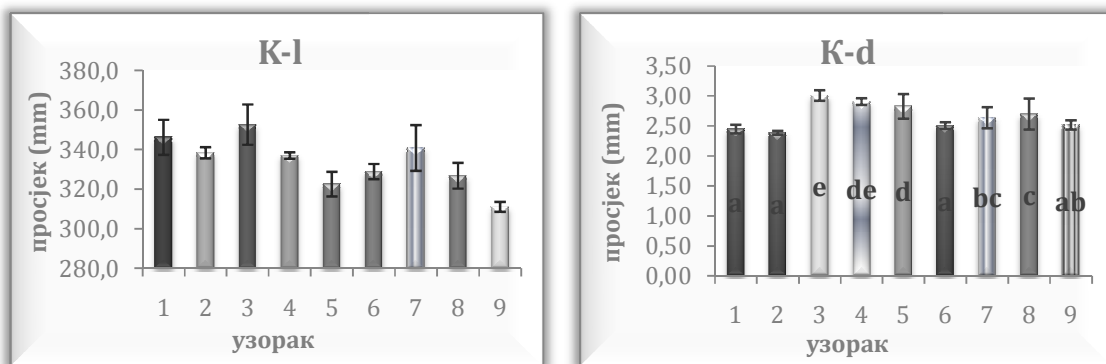
Добијени резултати сензорске оцјене жвакљивости – К-С-С-ЖВ и адхезивности – К-С-С-АД показали су да је примјеном референтне неструктурне скале било могуће постићи диференцирање узорака куваних шпаета, али искључиво на узорке изузетно доброг и/или изузетно лошег квалитета. Међутим, код сличних узорака или узорака који су припадали уобичајеним узорцима средњег квалитета, оцјењивачи нису били у могућности да лако уоче разлике између њих.

Иако је већ речено да сензорска оцјена и даље представља најпоузданији тест за процјену текстурних својстава тјестенине, развијени су многи објективни методи у циљу постизања једноставнијег мјерења и избегавања проблема

субјективности у процјени квалитета. Међутим, инструментални поступци захтијевају процјену њихове способност у опису квалитета тјестенине.

Током истраживања на пољу проналажења погодних инструменталних поступака за мјерење текстурних својстава тјестенине (Matsuo u Irvine, 1969; 1971; 1974; Walsh u cap., 1971; Voisey u Larmond, 1973; Voisey u cap., 1978) дошло се и до сазнања да варијације у пречнику и дужини нити куваних шпагета значајно утичу на резултате мјерења (Oh u cap., 1983). Количина апсорбоване воде куваних шпагета, а тиме и повећање запремине куваних нити, свакако се могу употребити као значајан показатељ на основу којег се може предвидјети квалитет куваних шпагета. Мањи степен хидратације воде током кувања доводи до бољих текстурних својстава након кувања (Chansri u cap., 2005). На температури од 60 °C, скроб из *aestivum* пшенице бубри мање, али на температурама 80 и 60 °C значајно више у односу на скроб из *durum* пшенице и на тај начин омогућује брже и лакше кидање континуалне протеинске мреже током кувања. Шпагете направљене од различите основне сировине (*durum* и *aestivum* крупица) и под идентичним условима процеса производње, често имају различите димензије пречника (дебљине) нити, усљед разлике у еластичности и протоку тијеста кроз екструдер (Sung u Stone, 2003). Ефекат промјењљивог пречника самим тим утиче на разлике у % раскуваности и чврстоћи куваних нити.

У овој дисертацији, пречник и дужина 20 појединачних нити куваних шпагета измјерени су уз примјену помичног кљунастог мјерила (*нонијуса*), како би се додатно сагледао њихов утицај на текстурна својства. Добијене резултати мјерења приказане су на слици 5.26, појединачно. ANOVA је потврдила постојање статистички значајних разлика између узорака шпагета у односу на дужину – *K-l* и пречника – *K-d* куваних нити ($p < 0,05$). Duncan-овим тестом вишеструких интервала ($p < 0,05$) установљено је значајно диференцирање узорака шпагета у 5 квалитетних група у односу на дужину и пречник нити, при чему је раздвајање у односу на дужину нити било много јасније. Варирање резултата мјерења унутар појединачних узорака шпагета било је нешто израженије код дужине нити и то највише код узорака 1,3 и 7 (слика 5.26 а) и б)).

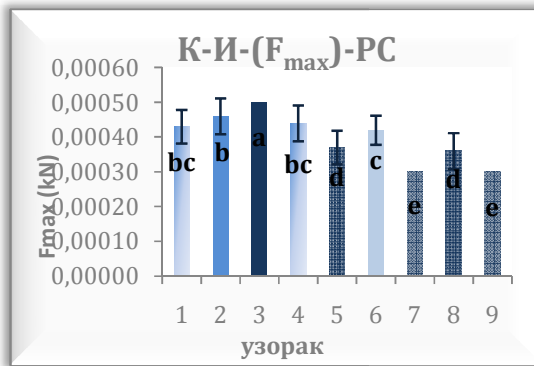


а) дужина нити – *K-l*

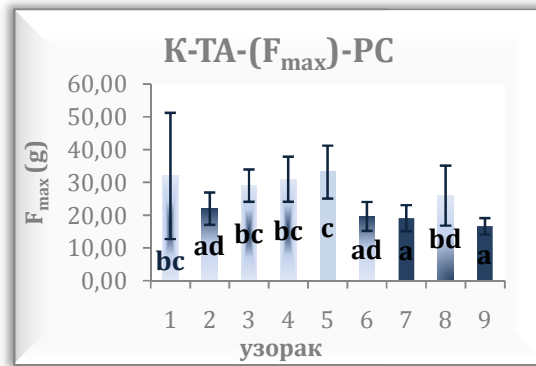
б) пречник нити – *K-d*

Слика 5.26 – Средње вриједности \pm SD и ANOVA за показатеље: а) дужина нити – *K-l*; б) пречник нити – *K-d*

Приликом испитивања **растегљивости/еластичности** куваних шпагета, узорци су били подвргнути тесту растегљивости/истезања на *Инстрону* и *TA.PXPlus*-у (поглавља 4.2.4.1.2. и 4.2.4.2.2.), а резултати максималне силе,



Слика 5.27 – Средње вриједности \pm SD и ANOVA за растељивост – K-I-(F_{max})-PC



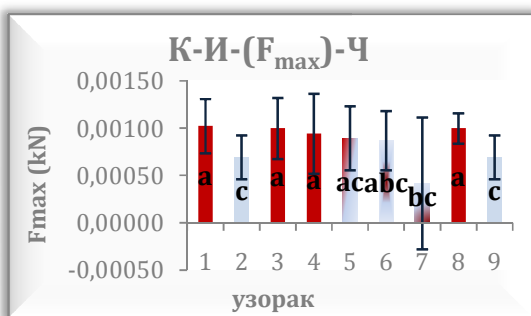
Слика 5.28 – Средње вриједности \pm SD и ANOVA за растељивост – K-TA-(F_{max})-PC

неопходне за кидање нити шпагета, приказани су на сликама 5.27 и 5.28. Анализа варијансе добијених резултата ($p < 0,05$) потврдила је статистички значајну различитост која се може приписати узорцима куваних шпагета у односу на растељивост/еластичност. Примјењени методи код оба анализатора показали су осјетљивост на постојеће разлике у растељивости/еластичности узорака шпагета. Већа осјетљивост и мање варирање резултата мјерења унутар узорака добијени су на Инстрону. Остварено је статистички значајно диференцирање узорака шпагета (*Duncan*-ов тест; $p < 0,05$) у 5 квалитетних група, са неиздеференцираним квалитетом код узорака 1 и 4 (слика 5.27). У односу на растељивост/еластичност – K-TA-(F_{max})-PC, одређену на TA.PX^{Plus}-у утврђено је статистички значајно диференцирање узорака шпагета у 5 квалитетних група, али се јасна граница квалитета могла повући једино код узорка најбољег (узорак 5) и узорака који припадају групацији лошег квалитета (слика 5.28).

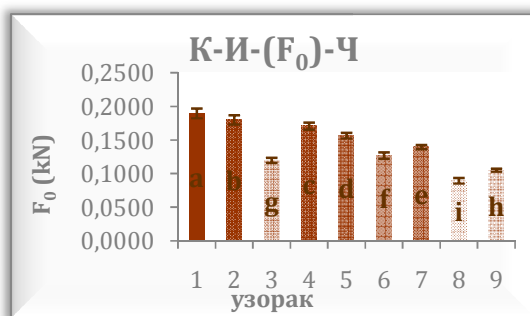
Добијени резултати мјерења силе растељивости/еластичности на Инстрону показали су значајну прикладност овог инструмента за утврђивање квалитетних разлика комерцијалних узорака куваних шпагета. Узимајући у обзир чињеницу да је примјена TA.PX^{Plus}-а омогућила раздвајање узорака шпагета искључиво на екстремно добре и/или лоше, може се закључити да би примјена Инстрона свакако имала преимутство у односу на TA.PX^{Plus} приликом одређивања растељивости/еластичности куваних шпагета.

Раније је наглашено да куване шпагете морају испољавати одговарајућ отпор – издржљивост приликом првог загриза и да при томе не би требало да су ни сувише мекане, али ни сувише тврде, односно да имају одговарајућу чврстоћу и жвакљивост. Разлике у вриједностима чврстоће куваних шпагета углавном се јављају због разлика у глутенским фракцијама (Sözer *u cap.*, 2007). Хидратација протеинске фракције прије скробне, најзначајнија је у стварању одговарајуће чврстоће шпагета. Повећана количина глутена доводи до смањења % раскуваности и повећања чврстоће (Matsuo *u Irvine*, 1970; Walsh *u cap.*, 1971).

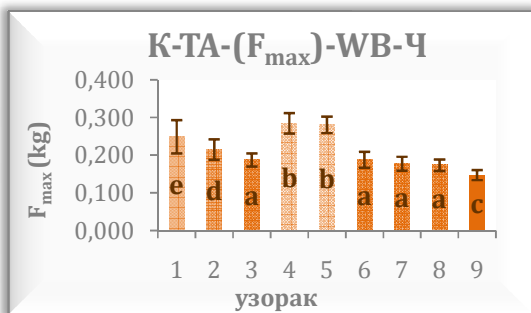
Чврстоћа нити шпагета одређена је на анализаторима текстуре, Инстрону 4301 и TA.PX^{Plus}-у уз примјену различитих наставака, модификованих поцедура и услова спровођења теста, приказаних у експерименталном дијелу (4.2.4.1.3., 4.2.4.1.4., 4.2.4.2.3., 4.2.4.2.4. и 4.2.4.2.5.). Добијени резултати приказани су на слици 5.29, појединачно.



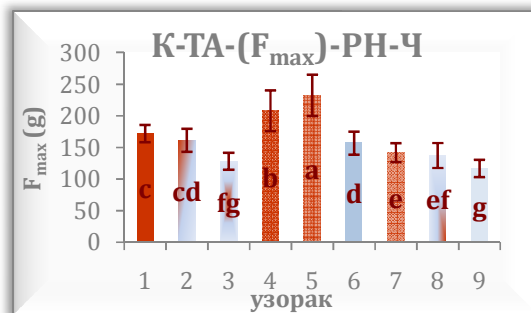
а) сила расјецања на Инструму са WB наставком (нож са прорезом)



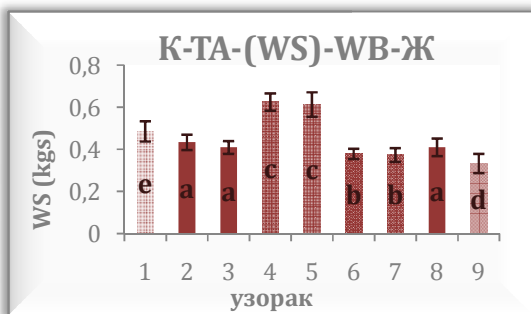
б) сила компресије (50%) на Инструму са OTMSFC (2830-017) наставком



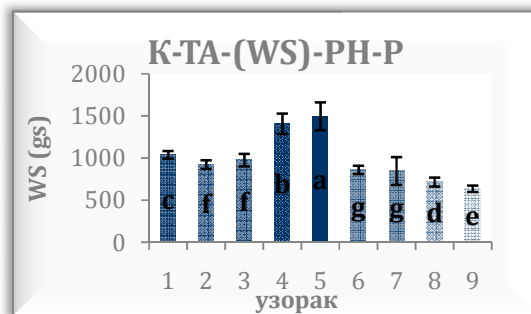
в) сила расјецања на TA.PXplus-у са WB наставком (нож са прорезом)



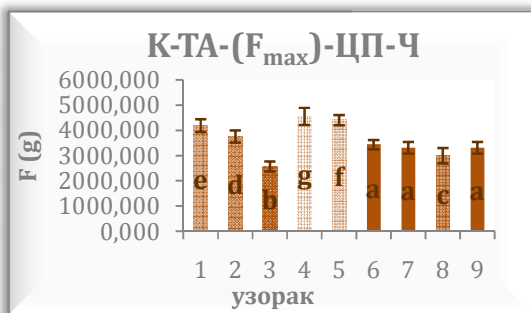
г) сила расјецања на TA.PXplus-у са WB наставком (раван нож)



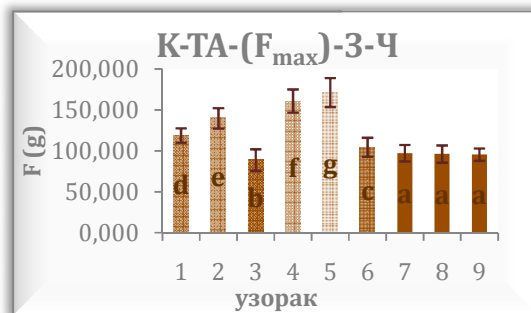
д) површина испод криве на TA.PXplus-у са WB наставком (нож са прорезом)



ђ) површина испод криве на TA.PXplus-у са WB наставком (раван нож)



е) сила компресије на TA.PXplus-у са Р36 цилиндричном сондом



ж) сила загриза на TA.PXplus-у са HDP/VB наставком

Слика 5.29 – Средње вриједности ± SD и ANOVA за показатеље: а) K-TA-(Fmax)-WB-Ч, б) K-I-(F0)-Ч, в) K-TA-(Fmax)-WB-Ч, г) K-TA-(Fmax)-PH-Ч, д) K-TA-(WS)-WB-Ж, ђ) K-TA-(WS)-PH-P, е) K-TA-(Fmax)-ЦП-Ч, ж) K-TA-(Fmax)-3-Ч

Највеће варирање резултата мјерења унутар појединачних узорака остварено је код **силе расјецања** – *К-И-(F_{max})-Ч* на *Истрону* уз примјену *WB наставка са прорезом* (слика 5.29 а)), док је код осталих показатеља потигнута добра репродуктивност резултата. ANOVA је показала постојање статистички значајних разлика између узорака шапгета у односу на инструментална одређивања чврстоће на *Истрону* и *ТА.PX^{Plus}-у*. *Duncan*-овим тестом вишеструких интервала ($p < 0,05$) установљено је статистички значајно диференцирање узорака шапгета у свим случајевима мјерења чврстоће.

У односу на **силу расјецања** – *К-И-(F_{max})-Ч*, одређену на *Истрону* и уз примјену *WB наставка са прорезом*, дошло је до статистички значајног диференцирања узорака шапгета у 3 квалитетне групе, са јасно издвојеним узорцима бољег и лошијег квалитета. У групацији бољег квалитета, узорак 1 показао је највећи отпор приликом расјецања (0,001024 kN), а у групацији лошег, узорак 2, најмањи (0,000696 kN). Јасна граница квалитета није се могла повући код узорака 5, 6 и 7.

До статистички значајног и потпуног диференцирања узорака у 5 квалитетних група дошло је у односу на **силу компресије** – *К-И-(F₀)-Ч* (50% компресије у односу на просјечну вриједност пречника нити шапгета), измјерену на *Истрону* и уз примјену наставка *OTMSFC* (слика 5.29 б)). Највећи отпор при компресији испојио је узорак 1 (0,19018 kN), а најмањи узорак 8 (0,0899 kN). Треба додати да је узорак 2, иако са значајно мањим вриједностима пречника у односу на остале узорке, испојио највићи отпор приликом дејства силе компресије (0,18058 kN).

У односу на **силу расјецања** – *К-ТА-(F_{max})-WB-Ч*, као и **жилавост** – *К-ТА-(WS)-WB-Ж*, која би се могле посматрати као површинска чврстоћа, одређених на *ТА.PX^{Plus}-у* и уз примјену *WB наставка са прорезом*, дошло је до јасног и статистички значајног раздвајања узорака шапгета у 5 квалитетних група, са међусобно различитим рангом квалитета код узорака 2, 3, 6, 7 и 8 (слика 5.29 в) и г)). Утврђене разлике могле би се приписати чињеници да током кувања, како нити шапгета нарастају у запремини (бубре), тако долази до већег стреса на протеински омотач и стварања површине са перфорацијама, у периоду свега 3 минуте након кувања, које се другачије одражавају на инструментална мјерења чврстоће, поготово површинске (*Dexter* и *Matsuo*, 1978; *Bernardin* и *Kasarda* (1973)). *Duncan*-овим тестом вишеструких интервала ($p < 0,05$) установљено је статистички значајно диференцирање узорака шапгета у 7 квалитетних група у односу на **силу расјецања** – *К-ТА-(F_{max})-PH-Ч* и **површину испод криве** (*work shear – рад на расјецање*) – *К-ТА-(WS)-PH-P*, одрђених на *ТА.PX^{Plus}-у* и уз примјену *WB наставка са равним ножем*. До потпуног раздвајање узорака дошло је у односу на *рад* – *К-ТА-(WS)-PH-P*, док се у односу на **силу расјецања** – *К-ТА-(F_{max})-PH-Ч* није могла повући јасна граница квалитета код узорака 2, 3 и 8 (слика 5.29 з) и њ)).

С обзиром на идентичан принцип мјерења силе током расјецања нити шапгета, уз примјену *WB – Warner–Bratzler Shear*, са различитим варијантама наставака, интересантно је било сагледати остварене рангове квалитета добијене на основу ових мјерења (табели 5.9).

Код оба начина одређивања чврстоће остварен је готово идентичан ранг за првих пет позиција (узорци 4, 5, 1 и 2), као и за последњу позицију. Међутим, до већих одступања дошло је код позиције за узорак 3, док су позиције узорака 6, 7 и 8, у рангу, углавном у низу један иза другог.

Табела 5.9 – Остварени ранг квалитета код куваних шпагета у односу на чврстоћу измјерену на *TA.PX^{Plus}*-у и уз примјену *Warner-Bratzler Shear* наставка

РАНГ	WB – нож са прорезом		WB – раван нож	
	<i>K-TA-(F_{max})-WB-Ч</i>	<i>K-TA-(WS)-WB-Ж</i>	<i>K-TA-(F_{max})-PH-Ч</i>	<i>K-TA-(WS)-PH-П</i>
1	4	4	5	5
2	5	5	4	4
3	1	1	1	1
4	2	2	2	3
5	6	8	6	2
6	3	3	7	6
7	7	7	8	7
8	8	6	3	8
9	9	9	9	9

Статистичка анализа резултата (*ANOVA*) потврдила је значајаност разлика ($p < 0,05$) између узорака шпагета у односу на чврстоће одређене на *TA.PX^{Plus}*-у, уз примјену *цилиндричне сонде (P36)*, као и *HDP/VB-Voldkevich Bite Jaws* наставка (слика 5.29 е) и ж)). На бази *Duncan*-овог теста вишеструких интервала утврђено је потпуно диференцирање узорака шпагета у 7 квалитетних група у односу на **силу компресије** – *K-TA-(F_{max})-ЦП-Ч* и **силу загриза** – *K-TA-(F_{max})-З-Ч*. Надаље, остварени рангови квалитета били су међусобно слични код оба одређивања. Позиције узорака у овим ранговима углавном се поклапају са позицијама у ранговима оствареним приликом одређивања чврстоћа уз примјену *WB наставка*, док су нешто мало измјењене у односу на позиције у ранговима остварене при одређивању чврстоће на *Инстру* са различитим наставцима. Највећа неслагања добијена су код позиције узорка 3. Разлоге различитог позиционирања узорка 3 свакако треба тражити у карактеристичном облику његових нити са троструким уздужним усјецима, који су погодовали другачијем степену бубрења, бржој хидратације воде приликом кувања и другачијем облику нити шпагета, што је свакако допринијело већем варирању резултата код мјерења чврстоће. Споменуто је да мањи степен хидратације доводи до бољих текстурних својстава шпагета након кувања. Ранија истраживања на овом пољу показала су да шпагете направљене од различитих основних сировина (дурум и *aestivum* крупице), а под идентичним технолошким поступком производње, често имају различите димензије пречника куваних нити, услед разлика у еластичности и протоку тијеста. Треба додати да куване нити шпагета направље од исте крупице, могу бити произведени са коефицијентом варијације мањим од 3% у односу на пречник (дебљину) нити. Такође, потврђен је утицај садржаја протеина и квалитета глутена на крајњи квалитет куваних шпагета, односно, количина и квалитет (јачина) протинске мреже која обавија скробне грануле (*Walsh u cap., 1971; Vosey u Larmond, 1973; Matsuo u Irvine, 1974; Vosey u cap., 1978*). Раније споменуто микроскопска посматрања показала су да промјене скроба у куваним шпагетама зависе од хидратације, која доводи до процеса кристализације у спољашњем омотачу нити и до загријевања, које ствара кристално отопљење гранула у средишту нити. Током кувања, нити шпагета се шире – бубре, због претјераног бубрења гранула скроба, проузрокованог дјеловањем кључале воде. Поред експанзије у волумену, долази и до развоја три

концентричне зоне у унутрашњој протеинској мрежи тјестенине. Само 5 минута након потапања у кључалу воду, у површини нити куваних шпагета може се назрети зона са веома набубрелим скробним гранулама које губе свој облик. Желатинизација скроба се успорава са повећаном коагулацијом протинског матрикса. Грануле скроба у централном дијелу куваних шпагета након 13 минута и више остају при ограниченом степену желатинизације, због лимитиране аспорпције воде у централном дијелу и протинској мрежи, која је још увијек континуална и густа. Између површине и централног дијела нити куваних шпагета постоји међузона, коју карактерише набубреле грануле скроба, заробљене густом протеинском мрежом. У оваквом стању, желатинизација још увијек није компетна и централни дио гранула скроба богат је амилозом, која се не излива, што управо погодује стварању чвршћих нити шпагета, како је раније потврђено од стране *Cunin* и *сар.*, 1995.

Добијени резултати мјерења чврстоће на Инстрону уз примјену WB наставка са прорезом, показали су да су одступања у мјерењима унутар репрезентативних узорака шпагета већа него разлике између самих узорака, што наводи на закључак да силу расјецања – $K-I-(F_{max})-Ч$ не треба даље разматрати приликом оцјене чврстоће узорака куваних шпагета.

Сила компресије – $K-I-(F_0)-Ч$, измјерена на Инстрону, као и сви други показатељи одређени на $TA.PX^{Plus}$ –у и уз примјену различитих наставака (сила расјецања – $K-TA-(F_{max})-WB-Ч$, жилавост – $K-TA-(WS)-WB-Ж$, сила расјецања – $K-TA-(F_{max})-PH-Ч$, рад/површина испод криве – $K-TA-(WS)-PH-P$, сила компресије – $K-TA-(F_{max})-ЦП-Ч$ и сила загриза – $K-TA-(F_{max})-З-Ч$), показали су да су прикладни и поуздани параметри у оцјени чврстоће куваних шпагета. Диференцирање узорака шпагета, постигнуто код одређивања силе компресије – $K-I-(F_0)-Ч$, додатно је потврдило значајан утицај пречника и дужине нити – $K-l$ на инструментална одређивања чврстоће. Одабир најприкладнијег теста и самим тим и показатеља за чврстоћу куваних шпагета, свакако треба посматрати у зависности од слагања и повезаности са резултатима сензорске оцјене.

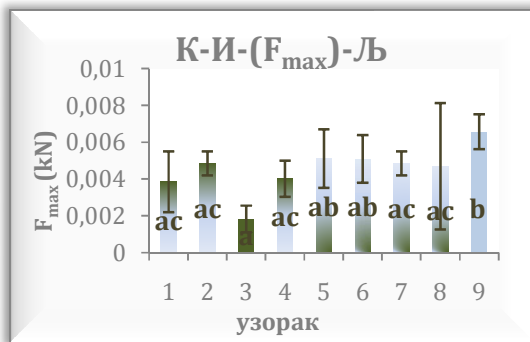
Различито позиционирање узорка 3 у ранговима добијеним приликом одређивања чврстоће на различитим инструментима и уз примјену различитих наставака, било би од интереса испитати у неким наредним истраживањима, на одговарајућој серији узорака и довољном броју понављања и установити да ли су утврђене квалитетне разлике повезане са карактеристичним обликом нити куваних шпагета.

Остварени рангови квалитета показали су да је узорак 2 и поред најмањег пречника (дебљине) куваних нити, посједовао завидан ниво квалитета у погледу чврстоће, код свих инструменталних одређивања, што додатно потврђује остварен завидан квалитет, не само у погледу отпорности на лом, већ и у односу на сва остала сензорски оцјењена текстурна својства. Како се на основу претходних резултата мислило, евентуално постојање непрслина и напсрућа, које оцјењивачи нису били у могућности да опазе кроз чулну перцепцију, а које су резултирале ниским вриједностима силе лома, измјерене инструментално, свакако би допринијеле повећаном степену раскуваности и добијању лошијих карактеристика у погледу чврстоће куваних нити, што се кроз ова испитивања није показало.

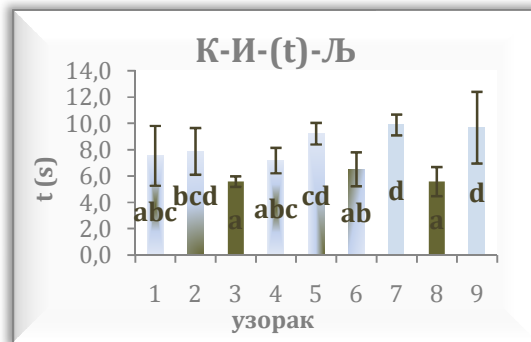
Структурне промјене тјестенине, као и низак садржај протеина, који апсорбује већу количину воде, погодују стварању мекших и љепљивијих нити куваних шпагета (*Dexter* и *сар.*, 1983; *Cunin* и *сар.*, 1995). *Guan* и *Seib* (1994) дошли су до сазнања да сигуран квалитет тјестенине не зависи само од квалитета полазне сировине већ и од много других фактора укључених у процес производње.

Љепљивост нити куваних шпагета је под утицајем неапсорбоване количине воде, која остаје на површини нити и мијења текстурна својства. Надаље, љепљивост зависи и од времена одмарања након кувања, релативне влаге просторије у којој се мјерење спроводи, ограниченог времена мјерења, силе компресије и брзине клипа, итд. (Alary *u cap.*, 1980; Dexter *u Matsuo*, 1985; Guan *u Seib*, 1994; Raina *u cap.*, 2005). Vosey *u cap.*, (1978) су показали да сила одљепљивање (сила адхезије/љепљивости) зависи од примјењене силе компресије којом се дјелује на површину нити куваних шпагета. Сувише мале вриједности силе доприноси смањењу љепљивости усљед недовољног и слабог контакта између нити и контактнoг наставка за компресију. Међутим, дјеловање већих сила компресије доводи до повећања љепљивости шпагета. Уколико долази до дезинтеграције гранула скроба током кувања у већем проценту, нарушавање протеинског матрикса проузрокује промјене у површинској текстури нити шпагета (Cunin *u cap.*, 1995; Perovic, 2000; Wood, 2009).

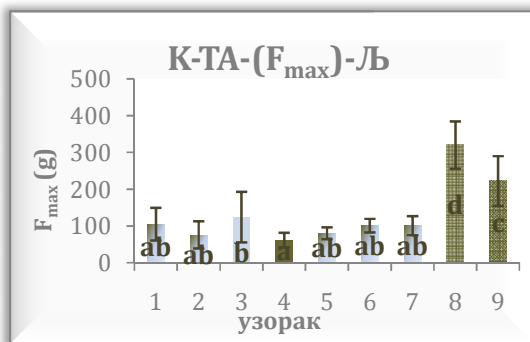
Љепљивост узорака шпагета одређена је на анализаторима текстуре, *Инстрону* и *ТА.PX^{Plus}*-у уз примјену различитих наставака, модификованих поцедура и услова спровођења теста, приказаних у експерименталном дијелу (поглавља 4.2.4.1.4., 4.2.4.2.4., 4.2.4.2.6.). Добијени резултати приказани су на сликама од 5.30 до 5.33, појединачно.



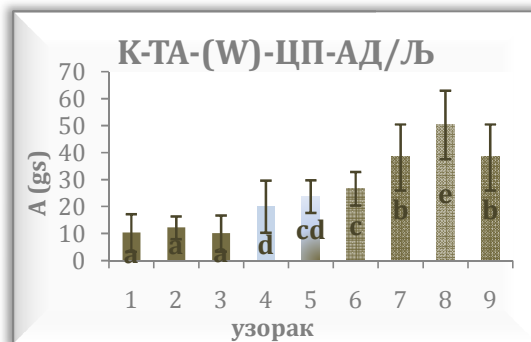
Слика 5.30 – Сила одљепљивања на *Инстрону* са *OTMSFC* наставком



Слика 5.31 – Вријеме одљепљивања на *Инстрону* са *OTMSFC* наставком



Слика 5.32 – Сила одљепљивања на *ТА.PX^{Plus}*-у са *HDP/PES* наставком



Слика 5.33 – Адхезивност/љепљивост на *ТА.PX^{Plus}*-у са *P36* сондом

Стандардне девијације инструменталних одређивања љепљивости била су веће него што се очекивало. Међутим, *ANOVA* је показала да, иако је постојало значајнијих варирања резултата у понављањима унутар узорака, утврђене

разлике инструменталних одређивања довеле су до статистички значајних диференцирања узорака ($p < 0,05$).

У односу на **силу одлепљивања** – $K-I-(F_{max})-Љ$, измјерене на *Инстрону* и уз примјену *OTMSFC* наставка (слика 5.30), као и у односу **вријеме одлепљивања** површине тега од куваних нити шпагета – $K-I-(t)-Љ$ (слика 5.31), дошло је до статистички значајног диференцирања узорака шпагета искључиво у двије квалитетне групе, добру и лошу.

У односу на **силу одлепљивања** – $K-TA-(F_{max})-Љ$, измјерену на *TA.PX^{plus}*-у и уз примјену *HDP/PES* наставка, дошло је до статистички значајног диференцирања узорака у 4 квалитетне групе, при чему је јасније издвајања остварено код најлепљивијих узорака (узорци 3, 9 и 8), док се између издвојеног узорка 4 са најмањом лепљивошћу и узорака који припадају групацији средњег квалитета, није могла повући јасна граница (слика 5.32).

Duncan-овим тестом вишеструких интервала ($p < 0,05$) установљено је статистички значајно диференцирање узорака шпагета у 5 квалитетних груп у односу на **адхезивност/лепљивост** – $K-TA-(W)-ЦП-АД/Љ$, одређену на *TA.PX^{plus}*-у и уз примјену *цилиндричне сонде (P36)*, осим узорка 5 код којег се није могла повући јасна граница квалитета (слика 5.33).

*Добијени резултати мјерења лепљивости на Инстрону, уз примјену OTMSFC наставка, показали су да су одступања у мјерењима унутар репрезентативних узорака шпагета за силу одлепљивања – $K-I-(F_{max})-Љ$ и вријеме одлепљивања – $K-I-(t)-Љ$, била већа него разлике између самих узорака, што наводи на закључак да нема смисла да се лепљивост куваних шпагета, мјерена на овакав начин, узима у даље разматрање приликом оцјене квалитета узорака куваних шпагета. Добијени резултати одређивања силе одлепљивања – $K-TA-(F_{max})-Љ$ на *TA.PX^{plus}*-у уз примјену *HDP/PES* наставка, потврдили су прикладност и поузданост теста за одређивање лепљивости, али само са становишта утврђивања најлепљивијих узорака.*

*Резултати одређивања адхезивност/лепљивости – $K-TA-(W)-ЦП-АД/Љ$ на *TA.PX^{plus}*-у уз примјену *цилиндричне сонде (P36)*, потврдили су прикладност и поузданост теста за одређивања квалитета куваних шпагета. Адхезивност/лепљивост – $K-TA-(W)-ЦП-АД/Љ$ и силу одлепљивања – $K-TA-(F_{max})-Љ$ свакако би требало довести у везу са показатељима сензорске оцјене. Уколико се узме у обзир чињеница да се приликом одређивања лепљивости – $K-TA-(F_{max})-Љ$ није могла повући јасна граница квалитета, код узорака 1, 2, 5, и 7, долазимо до закључка да је највеће одступања у позицијама узорака унутар оставрених рангова, код оба одређивања, остварено на рачун узорка 3, што би се поново могло довести у везу са карактеристичним обликом нити. Ранија истраживања (*Dexter и сар., 1983*) су показала да су више вриједности у чврстоћи куваних шпагета повезане са нижим вриједностима лепљивости, односно да су мекше нити шпагета по правилу и лепљивије.*

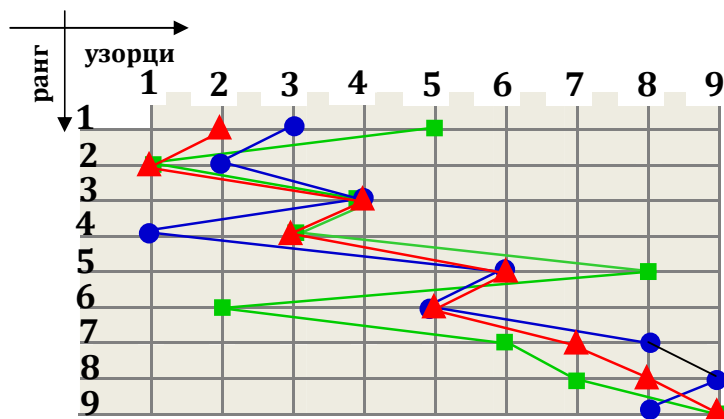
*Нелогичност у постигнутим резултатима за чврстоћу узорка 3, одређењу на *TA.PX^{plus}*-у и уз примјену *цилиндричне сонде (P36)*, свакако би било од интереса испитати у неким наредним истраживањима и установити да ли су утврђене квалитетне разлике повезане са структуром нити, односно да ли се могу посматрати као правило или изузетак.*

10.2.1.1. Упоредна оцјена показатеља сензорских и инструменталних одређивања

Текстурна својства тјестенине спадају међу најважније квалитетне критеријуме на основу којих потрошачи оцјењују њену прихватљивост. Генерално, потрошачи од куваних шпагета очекују одговарајућу чврстоћу при првом загризу, добар осјећај током конзумирања (да нису сувише тврде, али да се ни не распадају сувише лако), да нису љепљиве, да су одговарајућег изгледа, боје и ароме. Дескриптивна сензорска анализа представља веома значајан метод у оцјени различите хране, укључујући и шпагете (Stone и Sidel, 1998), која се углавном примјењује прије уобичајених потрошачких тестова (Stone и Sidel, 1993).

У поглављу који се односи на одређивања текстурних својстава сушених шпагета приказани су резултати сензорске оцјене потрошача о допадљивости узорака с аспекта визуелног утиска, као и слагање потрошачких рангова са ранговима квалитета добијеним на основу сензорских и инструменталних одређивања. Имајући у виду чињеницу да су потрошачи вјеродостојни у оцјени прихватљивости шпагета, чак и када је не оцјењују на начин како то ради један експертски или панел одабраних оцјењивача (Pestorić, 2007; 2007; 2007b), као и чињеницу да шпагете са добрим визуелним карактеристикама сушених нити, по правилу испољавају и добра својства приликом кувања (Lamacchia и сар, 2007; Martinez и сар., 2007; Güler и сард., 2002; Bruneel и сар., 2010), у овом поглављу потрошачи ранг је узет као основа за поређење и доведен у везу са квалитетним ранговима добијеним сензорским и инструменталним одређивањима. Међутим, треба нагласити да се у том случају не може говорити о директној повезаности рангова са потрошачким. Појединачно су разматрани рангови за *еластичност/растегљивост*, површинску *љепљивост*, *адхезивност*, *тврдоћу/чврстоћу*, као и за *жвакљивост/површинску чврстоћу*. Добијени резултати приказани су на сликама од 5.34 до 5.38.

На слици 5.34 приказано је поређење рангова за *еластичност/растегљивост*, на основу сензорског метода бодовања и инструменталних одређивања на *Инстрону* и *ТА.ХТ^{Plus}-у*.



* ▲ – еластичност бодовањем – К-С-Б-ЕЛ; ● – растегљивост/еластичности – К-И- (F_{max}) -РС на Инстрону; ■ – растегљивост/еластичности – К-ТА- (F_{max}) -РС на ТА.ХТ^{Plus}-у

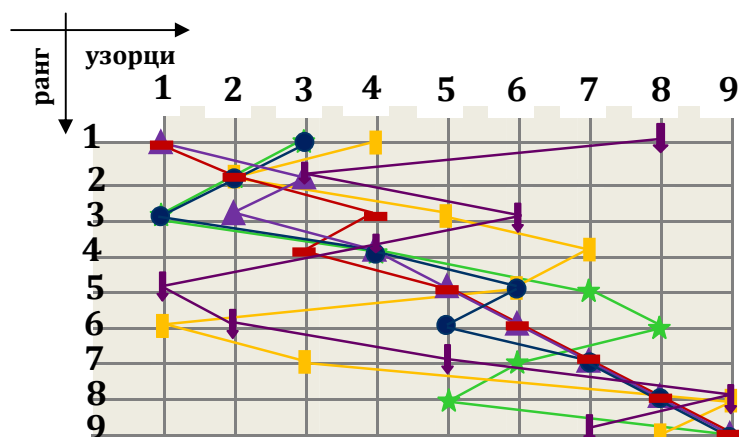
Слика 5.34 – Остварен рангови за еластичност/растегљивост

На основу добијених резултата видимо да је, иако не у потпуности, најбоље слагање остварено између рангова добијених методом бодовања и инструменталних одређивањем на *Инстрону*. Код ових рангова је поклапање позиција 3, 5 и 6, за узорке 4, 5 и 6, остварено је у потпуности, док је код преосталих узорака остварен подједнак ниво квалитета, али са различитим позицијама у ранговима, што није био случај код ранга растегљивости/еластичности одређене на *ТА.ХТ^{Plus}*-у. Није постигнуто веће слагање рангова добијених инструменталним одређивањем (слика 5.34).

На основу добијених резултата може се закључак да се приликом процјене сензорског квалитета еластичности/растегљивости куваних шпгета, у обзир може узети показатељ растегљивости/еластичности – *К-И-(F_{max})-РС* одређен на *Инстрону*, док растегљивости/еластичности – *К-ТА-(F_{max})-РС* одређен на *ТА.ХТ^{Plus}*-у, може бити укључена само са становишта утврђивања најлошијег квалитета.

Треба додати да је потрошачки ранг био у подударности са рангом добијеним сензорском оцјеном узорака куваних шпгета, што је још једном потврдило чињеницу да сушене шпгета са одговарајућим визуелним својствима, испољавају и идентична одговарајућа својства еластичности/растегљивост куваних облика.

На слици 5.35 приказано је поређење рангова за **површинску љепљивост**, добијених уз примјену сензорских метода бодовања и скале, као и инструменталних одређивања на *Инстрону* и *ТА.ХТ^{Plus}*-у. На основу добијених резултата видимо да најбоље и готово подједнако слагање постигнуто код рангова добијених сензорским методима бодовања и скале. Нешто слабије слагање позиција у ранговим остварено је између својства површине – *К-С-Б-СП* (метод бодовања), површинске љепљивости – *К-С-С-ПЉ* (метод скале) и силе одљепљивања – *К-И-(F_{max})-Љ* (*Инстрон*) и то на позицијама 2, 4 и 9, за узорке 2, 4 и 9, док је код преосталих узорака остварен подједнак ниво квалитета, али са различитим позицијама у ранговима, што није био случај код рангова за вријеме одљепљивања – *К-И-(t)-Љ*, одређено на *Инстрону* и силу одљепљивања – *К-ТА-(F_{max})-Љ*, одређену на *ТА.ХТ^{Plus}*-у (слика 5.35).



* ▲ – изглед површине бодовањем – *К-С-Б-ИП*; ● – својства површине бодовањем – *К-С-Б-СП*; ■ – површинска љепљивост скала – *К-С-С-ПЉ*; □ – сила одљепљивања – *К-ТА-(F_{max})-Љ* на *ТА.ХТ^{Plus}*-у; ★ – сила одљепљивања – *К-И-(F_{max})-Љ* на *Инстрону*; ▼ – вријеме одљепљивања – *К-И-(t)-Љ* на *Инстрону*

Слика 5.35 – Остварени рангови за површонску љепљивост

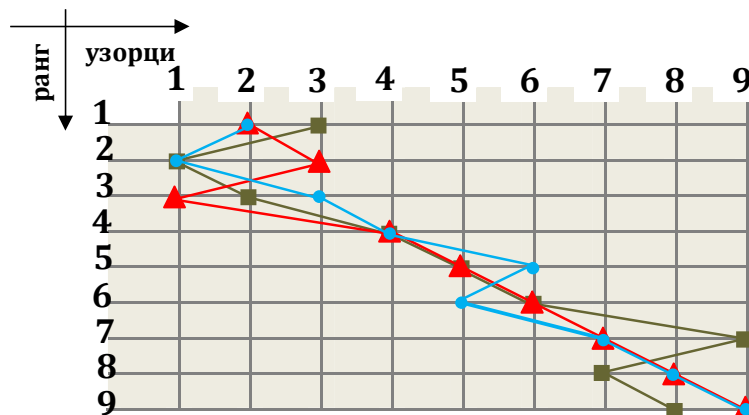
Није постигнуто веће слагање имеђу рангова добијених инструменталним одређивањима.

Добијени резултати поређена су још једном потврдили да се уједначена оцјена површинске љепљивости остварује примјеном различитих сензорских метода и техника оцјењивања, али да се процјена сензорског квалитета овог показатеља не може успјешно остварити уз примјену инструменталних одређивања.

Поклапање потрошачког ранга и рангова добијених сензорским методима бодовања и скале потврдило је чињеницу да сушене шпaгeта са одговарајућим визуелним својствима испољавају и идентичан квалитет куваних облика у погледу површинске љепљивости.

На слици 5.36 приказано је поређење рангова за **адхезивност**, добијених на основу сензорских метода бодовања и скале, као и инструменталног одређивања на *ТА.ХТ^{Plus}*-у, уз примјену цилиндричне сонде (P36).

На основу добијених резултата видимо да је најбоље слагање постигнуто између рангова добијених сензорским методима оцјене. Значајно слагање остварено је и између оба ранга добијена сензорским методима и ранга добијеног инструменталним одређивањем. Боље слагање позиција, у рангу за адхезивности/љепљивости – *К-ТА-(W)-ЦП-АД/Љ* остварено је са рангом добијеним за адхезивности – *К-С-Б-АД*, оцјењену методом бодовања. Међутим, оно што треба додати односи се на чињеницу да код сва три посматран ранга није остварено поклапање позиција у потпуности, али да је остварен готово подједнак ниво квалитета.



* ▲ – адхезивност бодовањем – *К-С-Б-АД*; ● – адхезивност скала – *К-С-С-АД*; ■ – адхезивност/љепљивости – *К-ТА-(W)-ЦП-АД/Љ* на *ТА.РХ^{Plus}*-у

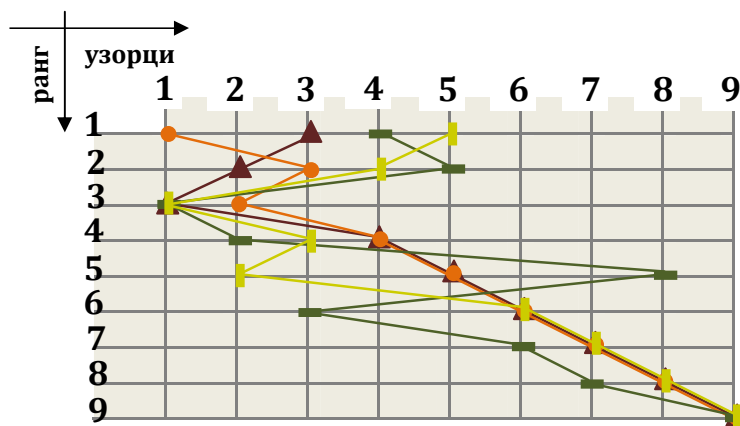
Слика 5.36 – Остварени рангови за адхезивност

Узимајући у обзир претходно изнијете чињенице, можемо закључити да се уједначена оцјена адхезивности остварује различитим сензорским методима и истом техником оцјене (густаторна). Процјена сензорске адхезивности куваних шпaгeта може бити успјешно остварена инструменталним одређивањем адхезивности/љепљивости – *К-ТА-(W)-ЦП-АД/Љ*, одређене на *ТА.ХТ^{Plus}*-у и уз примјену цилиндричне сонде (P36).

Поклапање потрошачког ранга и рангова добијених сензорским методима бодовања и скале потврдило је чињеницу да сушене шпaгeта са одговарајућим визуелним својствима, углавном испољавају и идентичан квалитет куваних облика у погледу адхезивности.

На слици 5.37 приказано је поређење рангова за **жвакљивост**, добијених на основу сензорских метода бодовања и скале и инструменталних одређивања на *ТА.ХТ^{Plus}-у*, *жилавости/површинске чврстоће – К-ТА-(WS)-WB-Ж* (*WB* наставка – *нож са прорезом*) и *рада/површинска чврстоће – К-ТА-(WS)-PH-P* (*WB* наставка – *раван нож*).

Добијени резултати поређења показали су да је најбоље и готово потпуно слагање остварено између рангова добијених методима сензорске оцјене. Значајно слагање остварено је и између оба ранга добијена сензорским методима и ранга *рад/површинска чврстоћа – К-ТА-(WS)-PH-P*, али прије свега на позицијама које карактеришу лош и најлошији квалитет (позиције и узорци 6, 7, 8 и 9). Слагање рангова добијених сензорским методима оцјене и *жилавости/површинске чврстоће – К-ТА-(WS)-WB-Ж*, остварено је само на позицијама 3 и 9, за узорака 1 и 9, док код осталих узорака није постигнут подједнак ниво квалитета. Остварено је лоше слагање позиција у ранговима добијеним инструменталним одређивањима (слика 5.37).



* ▲ – жвакљивост бодовањем – К-С-Б-ЖВ; ● – жвакљивост скала – К-С-С-ЖВ; ■ – површинска чврстоћа – К-ТА-(WS)-WB-Ж на *ТА.РХ^{Plus}-у*; □ – рад-површина – К-ТА-(WS)-PH-P на *ТА.РХ^{Plus}-у*

Слика 5.37 – Остварени ранг за жвакљивост/површинску чврстоћу

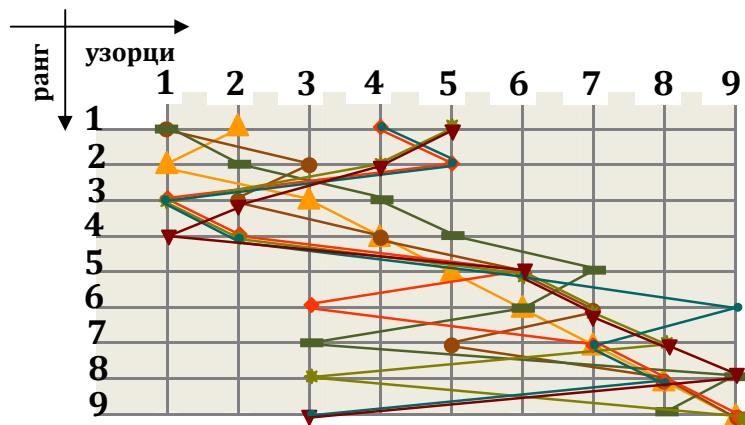
Узимајући у обзир претходно изнијете чињенице, можемо закључити да се уједначена оцјена жвакљивости остварује различитим сензорским методима и истом техником оцјене (густаторна). Процјена сензорског квалитета жвакљивости куваних шпгета може бити успјешно остварена на рачун инструменталног одређивања – *рада-површине – К-ТА-(WS)-PH-P* одређене на *ТА.ХТ^{Plus}-у* уз примјену *WB* наставка – *раван нож*, док се процјеном на рачун површинске чврстоће/жилавости – *К-ТА-(WS)-WB-Ж* може само успјешно утврдити најлошији квалитет.

Поклапање потрошачког ранга и рангова добијених сензорским методима бодовања и скале потврдило је чињеницу да сушене шпгета са одговарајућим визуелним својствима углавном испољавају и идентичан квалитет куваних облика у погледу жвакљивости.

На слици 5.38 приказано је поређење рангови за чврстоћу, добијених на основу сензорских метода бодовања и скале, као и инструменталних одређивања на *Инструну* и *ТА.ХТ^{Plus}-у* уз примјену различитих наставка.

Добијени резултати поређења показали су да је најбоље слагање рангова остварено код инструменталних одређивања, и то између *силе расјецања – К-*

ТА-(F_{max})-WB- Ч (WB наставак са прорезом) и силе компресије – К-ТА-(F_{max})-ЦП-Ч (P39 цилиндрична сонда), као и између силе расјецања – К-ТА- (F_{max})-РН-Ч (WB раван нож) и силе загриза – К-ТА- (F_{max})-З-Ч, одређених на ТА.PX^{Plus}-у. Нешто слабије слагање рангова оставрено је између силе расјецања – К-ТА-(F_{max})-WB- Ч (WB наставак са прорезом) и сила расјецања – К-ТА- (F_{max})-РН-Ч (WB раван нож), одређених на на ТА.PX^{Plus}-у. И поред тога што је у овим ранговима било остварено слабије поклапање позиција, за већину узорака у рангу остварен је сличан ниво квалитета, изузев узорка 3, који се по свом карактеристичном облику (нити са троструким усјецима) разликовао од осталих. Поклапање позиција које припадају најлошијем квалитету, остварено је између рангова код силе компресије – К-И-(F_0)-Ч, одређену на Инстрону, силе расјецања – К-ТА-(F_{max})-WB- Ч на ТА.PX^{Plus}-у (WB наставак са прорезом), као и тврдоће/чврстоће осјећене методима скале и бодовања.



* ▲ – тврдоћа бодовање – К-С-Б-ТВ; ● – тврдоћа скала – К-С- С-ТВ; ■ – сила компресије – К-И-(F_0)-Ч на Инстрону; ◆ – сила расјецања – К-ТА-(F_{max})-WB- Ч на ТА.PX^{Plus}-у (WB наставак са прорезом); * – сила расјецања – К-ТА- (F_{max})-РН-Ч на ТА.PX^{Plus}-у (WB раван нож); ● – сила компресије – К-ТА-(F_{max})-ЦП-Ч на ТА.PX^{Plus}-у (P39 цилиндрична сонда); ▼ – сила загриза – К-ТА- (F_{max})-З-Ч на ТА.PX^{Plus}-у (HDP/WB наставак)

Слика 5.38 – Остварени ранг за тврдоћу/чврстоћу

Добијени резултати поређена показали су да се процјена сензорског квалитета, са становишта најчвршћег узорка куваних шпгета, може остварити инструменталним одређивањем сила компресије – К-И-(F_0)-Ч на Инстрону, док са становишта најмекших узорака, успјешно може бити процјењена на основу инструменталних одређивања силе расјецања – К-ТА-(F_{max})-WB- Ч (WB наставак са прорезом) и силе расјецања – К-ТА- (F_{max})-РН-Ч (WB раван нож), одређених на ТА.ХТ^{Plus} – у. Поклапање потрошачког ранга и рангова добијених сензорским методима бодовања и скале потврдило је чињеницу да сушене шпгета са одговарајућим визуелним својствима испољавају и идентичан квалитет куваних облика у погледу чврстоће.

5.2.3. Повезаност сензорских и инструменталних података

Познато да се критеријум за процјену крајњег квалитета куване тјестенине базира на оцјени текстурних својстава (Sözer и Кауа, 2003). Утрениран панел представља добро средство у оцјени, али је његова примјена временски захтјевна. Такође, сензорски панел непрактичан је када је количина узорка за

испитивање ограничена или када је потребно оцијенити већи број узорака. У том случају, брзи и једноставни инструментални методи, помоћу којих се разматра један број текстурних својстава, укључујући растегљивост, чврстоћу, површинску љепљивост, итд, увијек су добродошли. Развијен је велики број инструмената и поступака који успјешно карактеризују текстурна својства куваних шпагета (*Harris u Knowles, 1939; Holliger, 1962; Matsuo u Irvine, 1969; Winston, 1960; Dexter u cap., 1978; Evans u cap., 1976; Banasik u cap., 1976, Brinnington u cap., 1957, Glabe u cap., 1957; Wang u cap., 1996; Smewing 1997*), а истраживања у оквиру овог рада представљају мали допринос даљем развоју.

Добро разумијевање односа између сензорских и инструменталних одређивања веома је корисно јер помаже утврђивању чињенице да ли инструментални метод може предвидјети одговарајуће сензорско својство (*Tang u cap., 1999*). Увид у повезаност сензорских и инструменталних одређивања текстурних својстава куваних шпагета добијен је на основу разматрања *Pearson*-ових коефицијената корелације, при статистичкој значајности $p < 0,05$ и граници одлуке $r = 0,67$. Добијени резултати приказани су на слици 5.39.

Као што је било и за очекивати, утврђена је јака позитивна веза између *укупне сензорске оцјене* – *ОУ* и својстава оцјењених методом бодовања, при чему је највећа остварена у односу на *жвакљивост* – *К-Ц-Б-ЖВ* ($r = 1,00$). При нивоу повјерења од 95%, значајна повезаност утврђена је између *укупне сензорске оцјене* – *ОУ* и својстава оцјењених методом скале, и то, позитивна у односу на *тврдоћу* – *К-С-С-ТВ* ($r = 0,91$) и *жвакљивост* – *К-С-С-ЖВ* ($r = 0,95$), и негативна у односу на *адхезивност* – *К-С-С-АД* ($r = -0,96$) и *површинску љепљивост* – *К-С-С-ПЉ* ($r = -0,81$). Надаље, *укупна сензорска оцјена* – *ОУ* била је и у значајној вези са инструменталним одређивањима, и то, у позитивној са *дужином нити* – *К-И* ($r = 0,72$), *силот компресије* – *К-И-(F₀)-Ч* ($r = 0,67$) и *растегљивошћу/еластичношћу* – *К-И-(F_{max})-РС* ($r = 0,84$), одређених на *Инстрону* и негативној са *адхезивношћу/љепљивошћу* – *К-ТА-(W)-ЦП-АД/Љ* ($r = -0,94$) и *силом загриза* – *К-ТА-(F_{max})-З-Ч* ($r = -0,77$), одређених на *ТА.PX^{plus}-у*.

Pearson-ови коефицијенти корелације указали су и на јаку позитивну везу између својстава оцјењених методом бодовања, између *тврдоће* (*К-С-Б-ТВ*) и *жвакљивости* (*К-С-Б-ЖВ*) ($r = 0,99$) и *тврдоће* (*К-С-Б-ТВ*) у *адхезивности* (*К-С-Б-АД*) ($r = 0,99$), што је било и за очекивати с обзиром на чињеницу да одговарајућа чврстоћа погодује бољој жвакљивости и мањој адхезивности (љепљивости) током конзумирања (*Dexter u cap., 1983; Sözer u cap., 2003*).

Pearson-ови коефицијенти корелације указали су на јаку позитивну и/или негативну повезаност између својстава оцјењених методима бодовања и скале.

Статистички значајна позитивна веза утврђена је између *растегљивости/еластичности* – *К-И-(F_{max})-РС* (*Инстрон*) и својстава оцјењених бодовањем. Слабија позитивна веза установљена је између *силе компресије* – *К-И-(F₀)-Ч* (*Инстрон*) и *изгледа површине* – *К-С-Б-ИП* ($r = 0,74$), *тврдоће* – *К-С-Б-ТВ* ($r = 0,70$), *адхезивности* – *К-С-Б-АД* ($r = 0,68$), као и између *силе одљепљивања* – *К-И-(F_{max})-Љ* (*Инстрон*) и *изгледа површине* – *К-С-Б-ИП* ($r = 0,72$) и *тврдоће* – *К-С-Б-ТВ* ($r = 0,68$), оцјењених методом бодовања.

Установљена је јака негативна веза између *адхезивности/љепљивости* – *К-ТА-(W)-ЦП-АД/Љ* (*ТА.PX^{plus}*) и свих својстава оцјењених методом бодовања. Такође, сензорска својства оцјењена бодовањем била су у слабој негативној вези

	К-С-Б-ИП	К-С-Б-СП	К-С-Б-ЕЛ	К-С-Б-ТВ	К-С-Б-ЖВ	К-С-Б-АД	К-С-С-ТВ	К-С-С-ЖВ	К-С-С-АД	К-С-С-ПЉ	К-С-Б-ОУ	К-И-(F _{max})-Ч	К-И-(F ₀)-Ч	К-И-(F _{max})-Љ	К-И-(t)-Љ	К-И-(F _{max})-PC	К-1	К- d	К-ТА-(F _{max})-PC	К-ТА-(F _{max})-WB-Ч	К-ТА-(WS)-WB-Ж	К-ТА-(F _{max})-PH-Ч	К-ТА-(WS)-PH-Р	К-ТА-(F _{max})-ЦС-Ч	К-ТА-(W)-ЦС-АД/Љ	К-ТА-(F _{max})-З-Ч	К-ТА-(F _{max})-Љ	
К-С-Б-ИП	1,00																											
К-С-Б-СП	0,97	1,00																										
К-С-Б-ЕЛ	0,91	0,95	1,00																									
К-С-Б-ТВ	0,98	0,98	0,96	1,00																								
К-С-Б-ЖВ	0,98	0,97	0,93	0,99	1,00																							
К-С-Б-АД	0,97	0,97	0,95	0,99	0,99	1,00																						
К-С-С-ТВ	0,90	0,97	0,95	0,93	0,91	0,90	1,00																					
К-С-С-ЖВ	0,95	0,96	0,94	0,97	0,96	0,94	0,96	1,00																				
К-С-С-АД	-0,94	-0,97	-0,90	-0,97	-0,96	-0,95	-0,95	-0,96	1,00																			
К-С-С-ПЉ	-0,86	-0,86	-0,72	-0,82	-0,81	-0,78	-0,85	-0,84	0,74	1,00																		
К-С-Б-ОУ	0,99	0,97	0,94	0,99	1,00	0,99	0,91	0,95	-0,96	-0,81	1,00																	
К-И-(F _{max})-Ч	0,27	0,31	0,28	0,26	0,32	0,31	0,36	0,34	-0,24	-0,47	0,31	1,00																
К-И-(F ₀)-Ч	0,74	0,66	0,60	0,70	0,64	0,67	0,61	0,65	-0,59	-0,77	0,67	0,14	1,00															
К-И-(F _{max})-Љ	0,72	0,64	0,58	0,68	0,61	0,66	0,58	0,62	-0,57	-0,75	0,65	0,12	1,00	1,00														
К-И-(t)-Љ	-0,06	-0,16	-0,11	-0,07	-0,12	-0,06	-0,26	-0,22	0,11	0,32	-0,08	-0,77	0,22	0,25	1,00													
К-И-(F _{max})-PC	0,79	0,88	0,85	0,82	0,85	0,84	0,87	0,82	-0,84	-0,71	0,84	0,59	0,31	0,28	-0,50	1,00												
К-1	0,74	0,80	0,73	0,75	0,74	0,67	0,87	0,86	-0,79	-0,77	0,72	0,17	0,42	0,39	-0,32	0,67	1,00											
К- d	0,10	0,11	-0,06	0,13	0,17	0,11	0,09	0,15	0,05	-0,35	0,12	0,35	-0,04	-0,06	-0,45	0,24	0,23	1,00										
К-ТА-(F _{max})-PC	0,55	0,50	0,44	0,56	0,58	0,56	0,52	0,61	-0,42	-0,71	0,57	0,72	0,58	0,56	-0,36	0,49	0,38	0,53	1,00									
К-ТА-(F _{max})-WB-Ч	0,64	0,56	0,54	0,66	0,62	0,68	0,49	0,59	-0,48	-0,66	0,63	0,39	0,82	0,82	0,04	0,39	0,22	0,29	0,81	1,00								
К-ТА-(WS)-WB-Ж	0,47	0,41	0,38	0,51	0,48	0,54	0,35	0,45	-0,31	-0,55	0,49	0,42	0,68	0,67	-0,02	0,30	0,10	0,45	0,83	0,97	1,00							
К-ТА-(F _{max})-PH-Ч	0,47	0,35	0,35	0,49	0,46	0,52	0,24	0,40	-0,30	-0,43	0,47	0,27	0,70	0,70	0,14	0,19	-0,02	0,25	0,69	0,95	0,94	1,00						
К-ТА-(WS)-PH-Р	0,59	0,49	0,41	0,60	0,58	0,62	0,37	0,51	-0,38	-0,61	0,58	0,33	0,71	0,70	0,04	0,34	0,18	0,50	0,79	0,95	0,96	0,94	1,00					
К-ТА-(F _{max})-ЦС-Ч	0,39	0,30	0,33	0,40	0,32	0,42	0,22	0,28	-0,24	-0,38	0,36	0,12	0,81	0,82	0,35	0,05	-0,11	-0,09	0,49	0,87	0,81	0,87	0,76	1,00				
К-ТА-(W)-ЦС-АД/Љ	-0,93	-0,93	-0,85	-0,90	-0,92	-0,92	-0,86	-0,83	0,87	0,80	-0,94	-0,32	-0,65	-0,64	0,03	-0,82	-0,63	-0,06	-0,48	-0,53	-0,38	-0,34	-0,49	-0,32	1,00			
К-ТА-(F _{max})-З-Ч	0,43	0,35	0,39	0,49	0,44	0,54	0,24	0,35	-0,31	-0,31	0,46	0,16	0,63	0,64	0,31	0,20	-0,10	0,15	0,57	0,90	0,90	0,94	0,87	0,89	-0,37	1,00		
К-ТА-(F _{max})-Љ	-0,83	-0,75	-0,65	-0,79	-0,75	-0,78	-0,58	-0,66	0,68	0,65	-0,77	0,15	-0,77	-0,77	-0,32	-0,43	-0,44	-0,06	-0,27	-0,63	-0,48	-0,58	-0,65	-0,56	0,74	-0,57	1,00	

*болдоване и црвено означне вриједности статистички су значајне ($r=0,67$); $p<0,05$

Слика 5.39 – Pearson-ови коефицијенти корелације за сензорска и инструментална текстурна својстава куваних шпагета

са силом одлепљивања – $K-TA-(F_{max})-Љ$ ($TA.PX^{Plus}$), осим са еластичношћу – $K-C-B-EЛ$. Слабија позитивна повезаност ($r=0,68$) утврђена је између сила расјецања – $K-TA-(F_{max})-WB-Ч$ ($TA.PX^{Plus}$) и адхезивности – $K-C-B-АД$.

Сва својства оцјењена методом скале била су у међусобним јаким негативним везама, осим адхезивности – $K-C-C-АД$ и површинске љепљивости – $K-C-C-ПЉ$, који су били у слабој позитивној вези.

На релацији сензорски метод скале – *Инстрон*, јака повезаност пронађена је између растељивости/еластичности – $K-I-(F_{max})-PC$ и свих својстава оцјењених методом скале, и то, позитивна у односу на тврдоћу – $K-C-C-TB$ ($r=0,87$) и жвакљивост – $K-C-C-ЖВ$ ($r=0,82$) и негативна у односу на адхезивност – $K-C-C-АД$ ($r=0,84$) и површинску љепљивост – $K-C-C-ПЉ$ ($r=0,71$). Нешто слабија, негативна повезаност ($r=-0,77$) пронађена је између силе компресије – $K-I-(F_0)-Ч$ и површинске љепљивости – $K-C-C-ПЉ$ ($r=-0,72$), као и између силе одлепљивања – $K-I-(F_{max})-Љ$ и површинске љепљивости – $K-C-C-ПЉ$ ($r=-0,75$).

Сензорска својства оцјењена методом скале била су у јакој вези са адхезивношћу/љепљивошћу – $K-TA-(W)-ЦП-АД/Љ$, одређене на $TA.PX^{Plus}$ -у, од којих су тврдоћа – $K-C-C-TB$ и жвакљивост – $K-C-C-ЖВ$ били у негативној, а адхезивност – $K-C-C-АД$ и површинска љепљивост – $K-C-C-ПЉ$ у позитивној вези. Нешто слабија статистички значајна веза пронађена је између растељивости/еластичности – $K-TA-(F_{max})-PC$ $TA.PX^{Plus}$ -у и површинске љепљивости – $K-C-C-ПЉ$ ($r=0,72$).

Pearson-ови коефицијенти корелације указали су на позитивну везу између силе расјецања – $K-I-(F_{max})-Ч$ (*Инстрон*) и растељивост/еластичности – $K-TA-(F_{max})-PC$ ($r=0,72$) ($TA.PX^{Plus}$). Између силе компресије – $K-I-(F_0)-Ч$, као и силе одлепљивања – $K-I-(F_{max})-Љ$, одређених на *Инстрону*, установљени су идентични позитивни *Pearson*-ови коефицијенти корелације у односу на чврстоће одређене на $TA.PX^{Plus}$ -у, уз примјену *WB* наставака ($K-TA-(F_{max})-WB-Ч$; $K-TA-(WS)-Ж$; $K-TA-(F_{max})-PH-Ч$; $K-TA-(WS)-PH-Ч$) и цилиндричне сонде (P36) ($K-TA-(F_{max})-ЦС-Ч$) и негативан, у односу на силу одлепљивања – $K-TA-(F_{max})-Љ$ ($r=-0,77$) ($TA.PX^{Plus}$). Установљена је јака негативна повезаност ($r=-0,82$) између растељивости/еластичности – $K-I-(F_{max})-PC$ (*Инстрон*) и адхезивности/љепљивости – $K-TA-(W)-ЦП-АД/Љ$ ($TA.PX^{Plus}$).

Статистички значајна јака позитивна повезаност установљена је између растељивости/еластичности – $K-TA-(F_{max})-PC$ и чврстоћа, одређених на $TA.PX^{Plus}$ -у, уз примјену *WB* наставак ($K-TA-(F_{max})-WB-Ч$; $K-TA-(WS)-Ж$; $K-TA-(F_{max})-PH-Ч$; $K-TA-(WS)-PH-Ч$). Установљена је и међусобно јака позитивна веза између чврстоћа одређених на $TA.PX^{Plus}$ -у и уз примјену *WB* наставака ($K-TA-(F_{max})-WB-Ч$; $K-TA-(WS)-Ж$; $K-TA-(F_{max})-PH-Ч$; $K-TA-(WS)-PH-Ч$). Надаље, сила загриза – $K-TA-(F_{max})-З-Ч$ била је у јакој позитивној вези са чврстоћама одређеним на $TA.PX^{Plus}$ -у уз примјену *WB* наставака ($K-TA-(F_{max})-WB-Ч$; $K-TA-(WS)-Ж$; $K-TA-(F_{max})-PH-Ч$; $K-TA-(WS)-PH-Ч$), као и са чврстоћом одређеном на $TA.PX^{Plus}$ -у и уз примјену цилиндричне сонде (P36) ($K-TA-(F_{max})-ЦС-Ч$). Слабија позитивна веза пронађена је на релацији адхезивности/љепљивост – $K-TA-(W)-ЦС-АД/Љ$ и силе одлепљивања – $K-TA-(F_{max})-Љ$ ($0,74$).

Није постојала статистички значајна повезаност између дужине нити – *K-I* куваних шпагета и параметара добијеним инструменталним одређивањима, осим слабије и статистички значајне повезаности са растељивошћу/еластичношћу – $K-I-(F_{max})-PC$ (*Инстрон*). Статистички значајна

повезаност установљена је између дужине нити – $K-l$ и свих својстава оцјењених методима бодовања и скале.

Међутим, оно што није било за очекиват, односи се на чињеницу да пречник нити – $K-d$ куваних шпаета није био у статистички значајној вези ни са једним од сензорских и инструменталних показатеља.

На основу добијених резултата може се закључити да инструментална мјерења на Инстрону, прије свега растељивост/еластичност – $K-I-(F_{max})-PC$, а затим сила компресије – $K-I-(F_0)-Ч$ и сила одљепљивања – $K-I-(F_{max})-Љ$, омогућују добру процјену одговарајућих сензорских својстава. Инструментално мјерење силе расцепања – $K-TA-(F_{max})-WB-Ч$ на $TA.PX^{plus}$ -у, омогућује слабију процјену адхезивности, док растељивост/љепљивост – $K-I-(F_{max})-PC$, омогућује процјену лепљивости. Нешто слабија процјена већине сензорских својстава може бити остварено на основу инструменталног одређивања силе одљепљивања – $K-TA-(F_{max})-Љ$ на $TA.PX^{plus}$ -у. Најбоља процјена свих сензорских својстава остварује се инструменталним одређивањем адхезивности/љепљивости – $K-TA-(W)-ЦС-АД/Љ$ на $TA.PX^{plus}$ -у.

Један од разлога зашто су неки од инструменталних показатеља у слабој вези са сензорским, може бити тај да су углавном тешки за квантификовање од стране оцјењивача. Односно, како је то објашњено од стране Dobraszcyk и Vincent-a (1999), зато што је храна у устима под сложеним процесима деформације и промјена, које су повезане са интеракцијама зуба, језика, образа, звучних сигнала, пљувачке, итд., из тих разлога су покушаји повезивања сензорских и механичких одређивања врло често и неубједљиви. Међутим, инструментална одређивања пружају добру међусобну процјену већине показатеља. Оно што је кроз ранија истраживањима било установљено (Oh car., 1983), а није потврђено овим истраживањима, односи се на пречник – $K-d$ и дужину – $K-l$ нити куваних шпаета, које нису биле у статистички значајној вези са инструменталним показатељима.

5.2.4. Анализа главних компоненти (РСА)

Раније су назначени значај и употреба анализе главних компоненти (РСА) у пручавању односа између више независних варијабли, на основу сета података базираних на њиховим корелацијама. Међутим, уколико се комбинују варијабле добијене примјеном различитих поступака одређивања, њихова унутрашња међузависност такође може бити испитана уз примјену овог истраживачког поступка. Такође, споменуто је да су главне компоненте производ механичког поступка трансформације једног скуп података у други. Узимајући у обзир чињеницу, у овом поглављу биће приказани случајеви у којима је РСА примјењена на корелационом матриксу одговарајућих текстурних својстава куваних шпаета, одређених сензорским и инструменталним методима. Анализиране су међузависности варијабли унутар сетова – комбинација, добијених истим и/или различитим начинима одређивања, како би се сагледало којим се начином, односно комбинацијом, остварује најбоље сажимање информација приликом карактерисања текстурних својстава куваних шпаета. РС анализом обухваћене су следеће комбинације – сетови изворних варијабли:

- комбинација 1 – сет изворних варијабли одређен сензорским методом бодовања,
- комбинација 2 – сет изворних варијабли одређен сензорским методом скале,
- комбинација 3 – сет изворних варијабли одређен сензорским методима бодовања и скале,
- комбинација 4 – сет изворних варијабли одређен уз примјену анализатора текстуре – *Инстрона*,
- комбинација 5 – сет изворних варијабли одређен уз примјену анализатора текстуре – *ТА.ХТ^{Plus}*-а.

Узимајући у обзир чињеницу да су одређене варијабле (показатељи), које припадају сету исте врсте одређивања (сензорска оцјена), перципиране уз примјену различитих сензорских техника, а да су при том осликавале исто текстурно својство куваних шпагета (нпр. *љепљивост*), унутар појединих комбинација (комбинације 1 и 2) сагледан је допринос сваке одређене варијабле понаособ, у комбинацији са преосталим варијаблима из сета исте врсте одређивања.

Надаље, код комбинације 3 сагледана је анализа линеарне повезаности варијабли добијених сензорским методима бодовања и скале, како би се добиле информације о томе коју комбинацију сензорских поступака оцјена треба примијенити, како би се уз минимални губитак информација што боље окарактерисала текстурна својства куваних шпагета.

У случају комбинација 4 и 5, сагледана је међузависност изворних варијабли одређених уз примјену инструменталних поступака (*Инстрон*, *ТА.ХТ^{Plus}*), да би се сагледала могућност која од ова два поступка, уз што мањи губитак информација, могу представљати поуздану алтернативу сензорском панелу приликом карактерисања текстурних својстава куваних шпагета. Појединачно, унутар сваке од ове двије комбинације, спроведене су *РС* анализе на сету са смањеним бројем (полазних) варијабли у односу на почетни (полазна комбинација), примјењујући критеријуме доприноса у повећању % објашњења укупне варијансе и ниске апсолутне вриједности коифицијената значајности у односу на *РС1*.

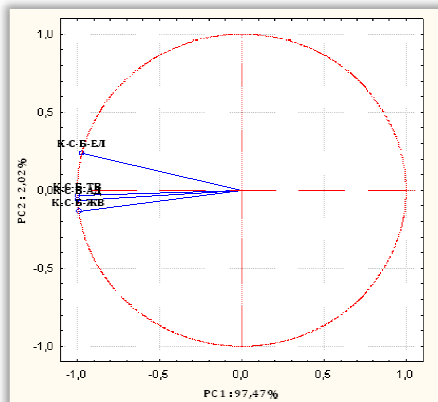
Примјена *РСА* у истраживању структуре сензорних података добијених методом бодовања (комбинација 1) показала је да је двокомпонентни приказ довољан у давању уочљиве и препознатљиве слике узорака шпагета на основу линеарне комбинације 6 изворних варијабли (табела 5.10). *РС1* је било објашњено 97,12%, а *РС2* 1,73% укупне варијансе података. Установљен је негативни утицај свих изворних варијабли на *РС1*, при чему је највећи утицај имала *тврдоћа К-С-Б-ТВ (-0,9964)*, док је утицај изворних варијабли на *РС2* био готово занемарљив. Узимајући у обзир чињеницу да је показатељ *љепљивости* куваних шпагета одређен методом бодовања и уз примјену три различите сензорске технике оцјењивања, у даљој *РСА* смањен је број изворних варијабли на рачун овог својства и сагледан утицај и допринос појединачних показатеља *љепљивости* у комбинацији са осталим својствима оцјењеним бодовањем.

У комбинацији 1/1, као показатељ *љепљивости*, разматран је *изглед површине – К-С-С-ИП*, оцјењен визуелно, у комбинацији 1/2, *својство површине – К-С-Б-СП*, оцјењено палпаторно и у комбинацији 1/3, *адхезивност – К-С-Б-АД*, оцјењена густаторно (орално)(табела 5.10).

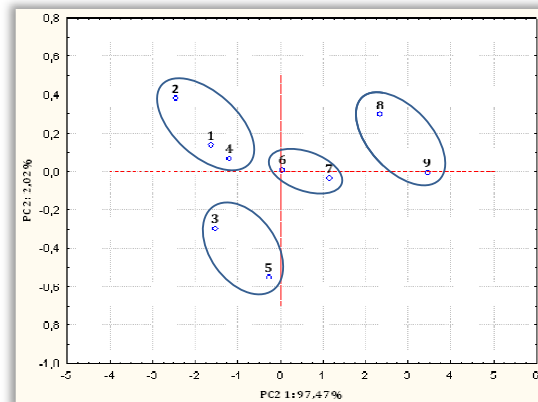
Табела 5.10 – Процент укупне варијансе, проценат варијансе објашњен са $PC1$ и $PC2$, као и коефицијенти повезаности у зависности од примјењеног сета изворних варијабли (комбинација 1)

PCA КОМБИНАЦИЈЕ	1		1/1		1/2		1/3	
	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
Кум.% ($PC1 + PC2$)	98,85		99,34		99,09		99,48	
% варијансе објашњен главним компонентама	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
	97,12	1,73	96,76	2,58	97,18	1,91	97,47	2,01
ИЗВОРНЕ ВАРИЈАБЛЕ	Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти							
	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
К-С-Б-ИП	-0,9833	-0,1523	-0,9837	0,1550				
К-С-Б-СП	-0,9882	0,0201			-0,9900	0,0177		
К-С-Б-ЕЛ	-0,9635	0,2646	-0,9640	-0,2642	-0,9736	-0,2239	-0,9707	0,2388
К-С-Б-ТВ	-0,9964	-0,0074	-0,9967	0,0061	-0,9945	0,04981	-0,9960	-0,0347
К-С-Б-ЖВ	-0,9896	-0,0989	-0,9900	0,0970	-0,9849	0,1532	-0,9876	-0,1363
К-С-Б-АД	-0,9917	-0,0199					-0,9944	-0,0629

Првом секвенцијалном PCA комбинације 1/1 остварено је смањење % укупне варијансе о односу на PCA комбинација 1, док је другом (комбинација 1/2) и трећом (комбинација 1/3) секвенцијалном анализом дошло до повећања % укупне варијансе и то у корист комбинације 1/3. У свим посматраним случајевима $PC1$ била је под негативним утицајем свих изворних варијабли, од којих је највиши утицај имала тврдоћа К-С-Б-ТВ, док је утицај изворних варијабли на $PC2$ био готово занемарљив.



Слика 5.40 – Графички приказ линеарних комбинација сензорских варијабли (комбинација 1/3) идентификованих PCA



Слика 5.41 – Графички приказ позиције узорака у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације 1/3 варијабли

Креирањем p линеарних комбинација оваквог сета изворних варијабли, остварено је идентично позиционирање, односно груписање узорака шпaгeтa у случају секвенцијалних PCA комбинација 1/1 и 1/2 (резултати нису приказани), док је нешто другачије у односу на претходне, али међусобно идентично груписање, остварено код PCA комбинација 1 и 1/3. Резултати су приказани на сликама 5.40 и 5.41. Видимо да је $PC1$ била под јаким негативним, али здруженим дјеловањем сета изворних варијабли, док је њихов утицај на $PC2$ био занемарљив. У односу на сет посматраних изворних варијабли, остварено је позиционирање узорака у 4 одвојене групе у PC простору.

На основу добијених резултата PCA може се закључити да је постигнуто веома добро сажимање података, као и анализа линеарне повезаности показатеља код свих разматраних комбинација, али да се најмањи губитак информација, при

сензорској оцјени текстурних својстава куваних спагета методом бодовања, остварио комбинацијом еластичности – К-С-Б-ЕЛ, оцјењене палпаторно, тврдоће – К-С-Б-ТВ, жвакљивости – К-С-Б-ЖВ и адхезивности – К-С-Б-АД, оцјењених орално (комбинација 1/3).

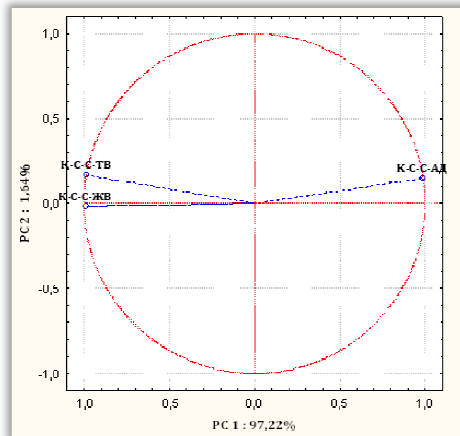
Примјена РСА у истраживању структуре сензорних података добијених методом неструктурне биполарне скале (комбинација 2) показала је да је двокомпонентни приказ довољан у давању уочљиве и препознатљиве слике узорака куваних спагета на основу линеарне комбинације 4 изворне варијабле (табела 5.11).

Табела 5.11 – Процент укупне варијансе, процент варијансе објашњен са РС1 и РС2, као и коефицијенти повезаности у зависности од примјењеног сета изворних варијабли (комбинација 2)						
РСА КОМБИНАЦИЈЕ	2		2/1		2/2	
Кум. % (РС1+ РС2)	98,53		98,69		98,86	
% варијансе објашњен главним компонентама	РС1	РС2	РС1	РС2	РС1	РС2
	91,46	7,07	92,34	6,38	97,22	1,64
ИЗВОРНЕ ВАРИЈАБЛЕ	Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти					
	РС1	РС2	РС1	РС2	РС1	РС2
К-С-С-ТВ	0,9843	-0,0607	-0,9756	-0,1675	-0,9843	0,1647
К-С-С-ЖВ	0,9864	-0,0830	-0,9740	-0,1789	-0,9885	-0,0170
К-С-С-ПЉ	-0,8936	-0,4471	0,9320	-0,3623		
К-С-С-АД	-0,9581	0,2691			0,9852	0,1475

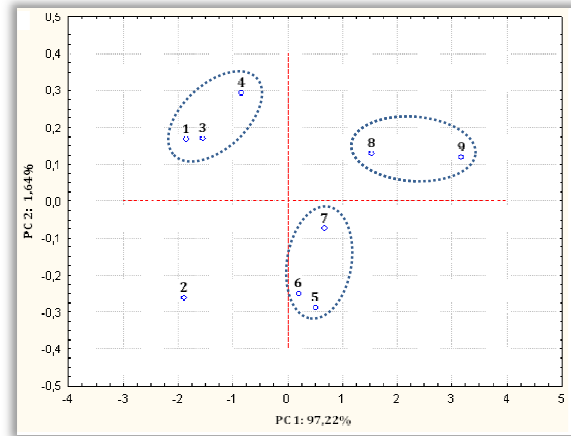
РС1 је било објашњено 91,46%, а РС2, 7,07% од укупне варијансе података. Установљен је јаки позитиван утицај тврдоће – К-С-С-ТВ (0,9843) и жвакљивости – К-С-С-ЖВ (0,9864), као и јаки негативни утицај површинске љепљивости – К-С-С-ПЉ (-0,8936) и адхезивности – К-С-С-АД (-0,9581) на РС1 осу, која се самим тум могла посматрати као оса тврдоће и жвакљивости наспрам љепљивости. Утицај изворних варијабли на РС2 био је готово занемарљив.

С обзиром на чињеницу да се оцјена љепљивости методом скале заснивала на примјени двије различите сензорске технике оцјењивања, у даљој анализи главних компоненти смањен је број изворних варијабли на рачун љепљивости и сагледан утицај и допринос једног показатеља у комбинацији са осталим својствима. У комбинацији 2/1 као показатељ, разматрана је површинска љепљивост – К-С-С-ПЉ оцјењена палпаторно, док је у комбинацији 2/2 разматрана адхезивност – К-С-Б-АД, оцјењена густаторно (орално) (табела 5.11). Првом секвенцијалном РСА комбинације 2/1 остварено је незнатно повећање процента варијансе објашњен РС1 и % укупне варијансе података у односу на полазну РСА комбинација 2, док је другом секвенцијалном анализом комбинације 2/2, дошло до незнатног повећања % укупне варијансе, али знатног повећања % варијансе објашњене преко РС1 (91,46% → 97,22%). Смисао РС1 је код обје секвенцијалне анализе био измјењен, док је код РС2 углавном остао исти. Установљен је јаки негативни утицај тврдоће – К-С-С-ТВ и жвакљивости – К-С-С-ЖВ, као и јаки позитивни утицај адхезивности – К-С-С-АД, у случају комбинације 2/2 на РС1 осу. Узимајућ у обзир чињеницу да секвенцијалном РСА комбинације 2/2) остварен највећи % укупне варијансе података, за приказ корелационог ранга (слика 5.42) и груписања

(позиционирања) узорака шпаета у PC дијаграму (слика 5.43), узета је у разматрање PCA комбинације 2/2.



Слика 5.42 – Графички приказ линеарних комбинација сензорских варијабли (комбинација 2/2) идентификованих PCA



Слика 5.43 – Графички приказ позиције узорака у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације (комбинација 2/2) варијабли

Креирањем p линеарних комбинација оваквог сета изворних варијабли, остварено је грписање узорака шпаета у 3 групе квалитета, уз потпуну одвојеност узорка 2 у PC простору у односу на успостављене групације.

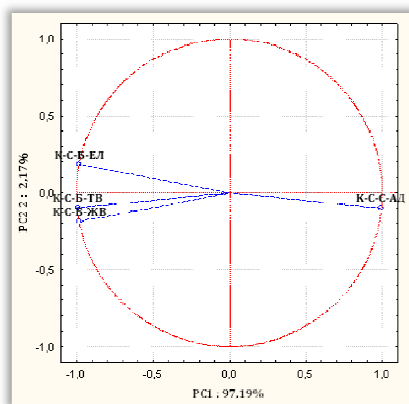
На основу добијених резултата PCA може се закључити да се веома добро сажимање и анализа линеарне повезаности показатеља остварило при сензорској оцјени текстурних својстава куваних шпаета методом скале, али да се минимални губитак информација остварио комбинацијом тврдоће – $K-C-C-TV$, жвакљивости – $K-C-C-JB$ и адхезивности – $K-C-C-AD$, оцјењених орално.

С обзиром на чињеницу да су текстурних својстава куваних шпаета оцјењена уз примјену сензорских метода бодовање и неструктурна биполарна скала, даљом PCA сагледан је допринос p линеарних комбинација комбинације 3 у објашњењу % варијабилитета података. PCA је био обухваћен сет изворних варијабли, који је представљао спој комбинација 1/3 и 2/2, за које је претходним секвенцијалним PCA установљено да пружају највиши допринос у објашњењу % варијабилитета података добијених методима бодовања и скале. Резултати секвенцијалних PCA показали су да су у свим посматраним случајевима прве двије главне компоненте довољне у давању препознатљиве слике узорака куваних шпаета на основу комбинација 4 изворне варијабли (табела 5.12). Смисао $PC2$ био мало измјењен, док је смисао $PC1$ је у свим посматраним случајевима остао непромјењен. Првом секвенцијалном PCA комбинације 3/1 остварено је највећи % проценат укупне варијансе (99,36%), као и највећи % варијансе објашњен $PC1$ (97,19%). Узимајући у обзир ову чињеницу, за приказ корелационог ранга сензорских варијабли (слика 5.44) и груписања (позиционирања) узорака шпаета у PC дијаграму (слика 5.45) узета је у разматрање PCA комбинације 3/1.

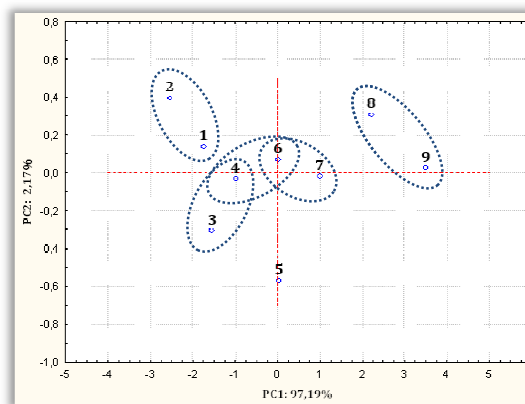
Креирањем p линеарних комбинација оваквог сета изворних варијабли, остварено је раздвајање узорака шпаета у 4 групе квалитета, уз потпуну одвојеност узорка 5 од успостављених групација, прије свега у односу на $PC2$. Припадност узорка 6 групацији узорака 3 и 4 остварена је у односу на $PC1$, док је зближавање узорака 6 и 7 остварено у односу на $PC2$ (слика 5.45).

Табела 5.12 – Процент укупне варијансе, проценат варијансе објашњен са $PC1$ и $PC2$, као и коефицијенти повезаносту у зависности од примјењеног сета изворних варијабли комбинације 3

РСА КОМБИНАЦИЈЕ	3/1		3/2		3/3		3/4		3/5		3/6	
Кум.% ($PC1 + PC2$)	99,36		98,45		98,64		97,92		98,88		98,38	
% варијансе објашњен главним компонентама	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
	97,19	2,17	96,82	1,63	95,33	3,13	95,33	2,59	97,25	1,63	96,01	2,37
ИЗВОРНЕ ВАРИЈАБЛЕ	<i>Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти</i>											
	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$	$PC1$	$PC2$
К-С-Б-ЕЛ	-0,9810	0,1830	-0,9779	0,0220	-0,9806	-0,1067	-0,9833	-0,0312	-0,9844	-0,1625	-0,9860	0,0750
К-С-Б-ТВ	-0,9911	-0,0969	-0,9950	-0,0523					-0,9864	0,0822		
К-С-Б-ЖВ	-0,9811	-0,1849			-0,9794	0,1730					-0,9677	-0,2400
К-С-Б-АД			-0,9853	-0,1590	-0,9823	0,1752	-0,9684	-0,2391				
К-С-С-ТВ					-0,9630	-0,2460	-0,9753	0,2027			-0,9729	0,1760
К-С-С-ЖВ			-0,9777	0,1914			-0,9825	0,0657	-0,9820	0,1605		
К-С-С-АД	0,9901	-0,0988							0,9918	0,0794	0,9926	0,0130



Слика 5.44 – Графички приказ линеарних комбинација сензорских варијабли (комбинација 3/1) идентификованих РСА



Слика 5.45 – Графички приказ позиције узорака узорака у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације (комбинација 3/1) варијабли

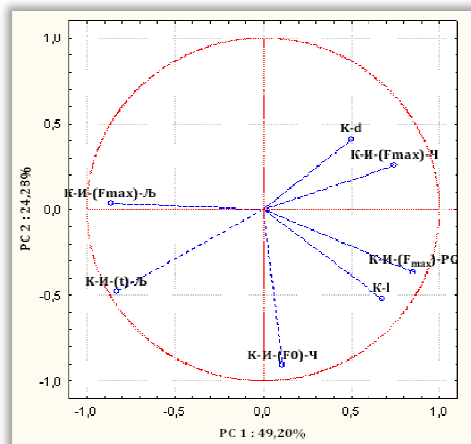
На основу добијених резултата *РСА* може се закључити да се веома добро сажимање и анализа линеарне повезаности показатеља остварује при сензорској оцјени текстурних својстава куваних шпгета методима бодовања и неструктурне биполарне скале, али да се најмањи губитак информација остварује комбинацијом еластичности – *К-С-Б-ЕЛ*, тврдоће – *К-С-Б-ТВ*, жвакљивости – *К-С-Б-ЖВ*, оцјењених методом бодовања и адхезивности – *К-С-С-АД*, оцјењене методом скале.

Надаље, *РСА* је показала да су прве три главне компоненте неопходне у давању препознатљиве слике узорака шпгета, на основу *p* линеарних комбинација (комбинација 4) изворних варијабли одређених на *Инстрона*, као и пречника и дужине нити куваних шпгета одређени уз примјену *нонијуса*. *PC1* је било објашњено 49,20%, *PC2* 24,283%, а *PC3* 11,00% варијансе података. Коефицијенти повезаност изворних варијабли и главних компоненти приказани су у табели 5.13.

Табела 5.13 – Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти (комбинација 4)

	<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>PC3</i>	<i>PC4</i>	<i>PC5</i>	<i>PC6</i>	<i>PC7</i>
К-И(F_{max})-РС	0,8542	-0,3648	0,1294	0,0524	0,2100	0,2700	-0,0284
К-И(F_{max})-Ч	0,7483	0,2584	0,4946	0,3293	-0,1087	-0,0312	0,0857
К-И(F_0)-Ч	0,1108	-0,9090	0,1244	0,3278	0,0021	-0,1889	-0,0536
К-И(F_{max})-Љ	-0,8625	0,0340	0,0806	0,3932	-0,2293	0,1986	-0,0429
К-И(t)-Љ	-0,8282	-0,4799	-0,1405	0,1503	0,1592	0,0505	0,1162
К-<i>l</i>	0,6789	-0,5228	-0,3759	-0,1664	-0,3015	0,0646	0,0414
К-<i>d</i>	0,5013	0,4104	-0,5708	0,4967	0,0809	-0,0339	-0,0058

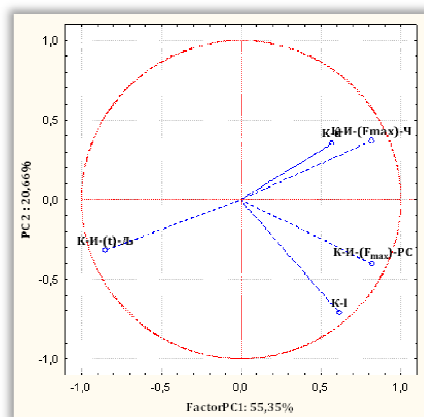
Видимо да је *PC1* била под јаким позитивним утицајем *растегљивости* – *К-И(F_{max})-РС* и *силе расјецања* – *К-И(F_{max})-Ч* и слабијим позитивним утицајем *пречника* – *К-*d** и *дужине нити* *К-*l**. *Сила одљепљивњања* – *К-И(F_{max})-Љ* и *вријеме одљепљивања* – *К-И(t)-Љ* имали су јачи негативни утицај, док је утицај *силе компресије* – *К-И(F_0)-Ч* на *PC1* био занемарљив. *PC2* је била под јаким негативним утицајем *силе компресије* – *К-И(F_0)-Ч* и *дужине нити* – *К-*l**, док је *пречника нити* – *К-*d** имао највећи утицај на *PC3*. На слици 5.46 дат је приказ у корелациони ранг изворних варијабли укључених у формирању *PC1* и *PC2* оса, на основу којих се могло боље сагледати прије свега повезаност, али и здружено дјеловање *дужине нити* – *К-*l** и *растегљивости* – *К-И(F_{max})-РС*, као и *пречника нити* – *К-*d** и *чврстоће*, исказане *силом расјецања* – *К-И(F_{max})-Ч*.



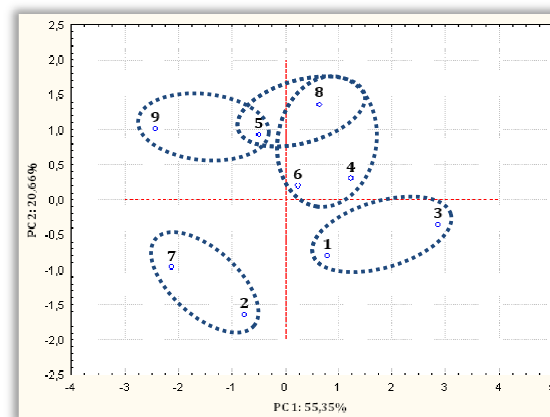
Слика 5.46 – Графички приказ линеарних комбинација сензорских варијабли (комбинација 4) идентификованих *РСА*

Табела 5.14 – Процент укупне варијансе, проценат варијансе објашњен са $PC1$ и $PC2$, као и коефицијенти повезаности у зависности од примјењеног сета изворних варијабли (комбинација 4)

РСА КОМБИНАЦИЈЕ	4/1			4/2			4/3			4/4		
	$PC1$	$PC2$	$PC3$	$PC1$	$PC2$	$PC3$	$PC1$	$PC2$	$PC3$	$PC1$	$PC2$	$PC3$
Кум.% ($PC1+ PC2$)	90,00			91,15			90,04			90,21		
% варијансе објашњен главним компонентама	56,15	19,20	14,65	55,35	20,06	15,14	51,64	25,84	12,56	45,26	32,46	12,46
ИЗВОРНЕ ВАРИЈАБЛЕ	<i>Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти</i>											
	$PC1$	$PC2$	$PC3$	$PC1$	$PC2$	$PC3$	$PC1$	$PC2$	$PC3$	$PC1$	$PC2$	$PC3$
К-И-(F_{max})-РС	0,9008	-0,1608	-0,2001	0,8226	-0,4043	0,1801	0,9058	-0,0622	-0,0808	0,8917	-0,1936	0,1870
К-И-(F_{max})-Ч	0,6751	0,4898	-0,5086	0,8182	0,3692	0,3561						
К-И-(F_0)-Ч							0,4380	-0,7953	0,3662	0,3021	-0,8910	-0,1885
К-И-(F_{max})-Љ	-0,8598	0,1748	0,0039				-0,8224	-0,2915	0,4167			
К-И-(t)-Љ				-0,8467	-0,3179	-0,1317				-0,6565	-0,6154	-0,3681
К- l	0,7508	-0,4762	0,3337	0,6165	-0,7128	-0,2197	0,8753	-0,1160	0,0652	0,8337	-0,2971	-0,0334
К- d	0,4871	0,6611	0,5675	0,5696	0,3525	-0,7295	0,3568	0,7465	0,5563	0,5008	0,5699	-0,6461



Слика 5.47 – Графички приказ линеарних комбинација сензорских варијабли (комбинација 4/2) идентификованих РСА



Слика 5.48 – Графички приказ позиције узорака у РС дијаграму у односу на линеарне комбинације (комбинација 4/2) варијабли

С обзиром на чињеницу да су чврстоћа и љепљивост били одређени на *Инстрону* уз примјену различитих настава и поступака, у даљој анализи главних компоненти смањен је број изворних варијабли на рачун ових својстава и сагледан утицај идопринос једног показатеља за чврстоћу и љепљивост у комбинацији са осталим својствима. Разматране комбинације приказане су у *табели 5.14*. Резултати секвенцијалних *РСА* показали су да су у свим посматраним случајевима прве три главне компоненте биле неопходне у давању препознатљиве слике узорака куваних шпагета на основу комбинације 4 изворних варијабли. Смисао *РС1* и *РС2* је у свим посматраним случајевима остао непромјењен, док је смисао *РС3* био измјењен. Другом секвенцијалном *РСА* (комбинација 4/2) остварен је највећи % укупне варијансе података (91,15%). Узимајући у обзир ову чињеницу, за приказ корелационог ранга сензорских варијабли (*слика 5.47*) и груписања (позиционирања) узорака шпагета у *РС* дијаграму (*слика 5.48*), узета је у разматрање *РСА* комбинације 4/2. Сагледавајући приказане резултате, видимо да је *РС1* била под јаким негативним утицајем времена одљепљивања – *К-И-(t)-Љ* (-08598), јаким позитивним утицајем растељивости – *К-И-(F_{max})-РС* и силе расјецања – *К-И-(F_{max})-Ч* и блажим позитивним дјеловањем дужине – *К-l* и пречника – *К-d* нити. *РС2* је била под јачим негативним утицајем дужине нити – *К-l*, док је пречника нити – *К-d* имао јачи негативан утицај на *РС3*. Креирањем *p* линеарних комбинација оваквог сета изворних варијабли, остварено је раздвајање узорака шпагета у 4 групе квалитета, при чему се близина узорка 5 групацији узорака 4, 6 и 8, или само узорку 8, могла приписати највећем утицају дужине нити – *К-l*. На основу добијених резултата *РСА* може се закључити да се добро сажимање и анализа линеране повезаности показатеља, постигло у свим посматраним комбинацијама варијабли, али да се најмањи губитак информација, приликом инструменталних одређивања текстурних својстава куваних шпагета на *Инстрону*, остварило комбинацијом растељивости – *К-И-(F_{max})-РС*, силе расјецања – *К-И-(F_{max})-Ч*, времена одљепљивања – *К-И-(t)-Љ*, дужине – *К-l* и пречника – *К-d* нити.

Примјена *РСА* показала је да су прве три главне компоненте неопходне у давању препознатљиве слике узорака шпагета, на основу *p* линеарних комбинација (комбинација 5) изворних варијабли одређених на *ТАХТ^{Plus}*-у, као и пречника и дужине нити измјерених уз примјену *нонијуса*. *РС1* је било објашњено 68,27%, *РС2* 18,40%, а *РС3* 11,91% варијансе повезане са подацима.

Табела 5.15 – Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти (комбинација 5)

	<i>РС 1</i>	<i>РС2</i>	<i>РС3</i>	<i>РС4</i>	<i>РС5</i>	<i>РС6</i>	<i>РС7</i>	<i>РС8</i>
К-l	0,240	0,823	0,306	0,322	-0,250	0,046	0,032	-0,005
К-d	0,282	-0,039	0,926	-0,228	0,050	-0,065	0,038	0,007
К-ТА-(F_{max})-РС	-0,782	-0,489	0,228	0,301	0,072	0,009	-0,008	-0,005
К-ТА-(F_{max})-WB-Ч	0,970	-0,121	0,057	0,191	-0,024	-0,029	-0,032	0,013
К-ТА-(WS)-WB-Ж	0,919	-0,287	0,225	0,141	-0,000	-0,019	0,033	0,015
К-ТА-(F_{max})-WB-РН	0,931	-0,314	-0,012	0,001	-0,069	0,099	-0,135	0,014
К-ТА-(WS)-WB-Р	0,958	-0,122	0,235	-0,061	0,016	0,006	-0,066	-0,042
К-ТА-(F_{max})-ЦП-Ч	0,846	-0,317	-0,351	0,118	-0,087	-0,187	0,047	-0,006
К-ТА-(F_{max})-З-Ч	0,907	-0,329	-0,124	-0,004	0,080	0,158	0,145	-0,005
К-ТА-(А)-ЦП-АД/Љ	-0,611	-0,666	0,071	-0,170	-0,382	0,024	0,023	-0,002
К-ТА-(F_{max})-Љ	-0,782	-0,489	0,228	0,301	0,072	0,009	-0,008	-0,005

Коефицијенти повезаност изворних варијабли и главних компоненти приказани су у *табели 5.15*. Установљен је јак позитиван утицај чврстоћа, одређених уз примјену *WB наставака* ($K-TA-(F_{max})-WB-Ч$, $K-TA-(WS)-WB-Ж$, $K-TA-(F_{max})-WB-РН$, $K-TA-(WS)-WB-Р$), као и уз примјену *цилиндричне сонде (P36)* ($K-TA-(F_{max})-ЦП-Ч$) и *HDP/VB наставака* ($K-TA-(F_{max})-3-Ч$). Слабији негативан утицај на *PC1* испољили су *растегљивост* – $K-TA-(F_{max})-PC$, *адхезивност* – $K-TA-(W)-ЦП-АД$ и *сила одљепљивања* – $K-TA-(F_{max})-Љ$, док је утицај *дужине* – $K-l$ и *пречника* – $K-d$ нити био занемарљив.

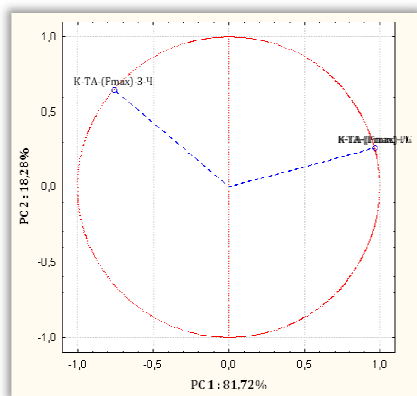
Узимајући у обзир чињеницу да се добијање главних компоненти може остварити линеарном комбинациом ефикаснијих и варијабли са више смисла, у даљем раду смањен је број изворних варијабли на рачун *дужине* – $K-l$ и *пречника* – $K-d$ нити куваних шпагета, усвајајући критеријуме доприноса у повећању % објашњења укупне варијансе ($PC1 + PC2$), као и ниске апсолутне вриједности коефицијената значајности у односу на *PC1* осу. Даља секвенцијална *РСА* показала је да је дошло до повећања % варијансе података објашњене на основу *PC1* ($68,27\% \rightarrow 74,85\%$), као и веома значајног повећања % варијансе података објашњене првим двијема компонентама ($PC1 + PC2$) ($86,67\% \rightarrow 91,32\%$).

Имајући у виду да су чврстоћа и љепљивост биле одређене на *ТА.ХТ^{Plus}*–у уз примјену различитих наставака и поступака, у даљој анализи главних компоненти смањен је број изворних варијабли на рачун ових својстава и сагледан утицај и допринос једног показатеља за чврстоћу и љепљивост, у комбинацији са осталим својствима. Разматране комбинације приказане су у *табели 5.16*. Смисао *PC1* и *PC2* у појединим случајевима био је измјењен. Шестом (*комбинација 5/6*) и осмом (*комбинација 5/8*) секвенцијалном *РСА* остварен је највећи могући % објашњења укупне варијансе података (100%), при чему је % варијансе објашњен *PC1* ($81,72\%$), био већи у случају *комбинације 5/8*. Узимајући у обзир ову чињеницу, за приказ корелационог ранга инструменталних изворних варијабли (*слика 5.49*) и груписања (позиционирања) узорака шпагета у *PC* дијаграму (*слика 5.50*), узета је у разматрање *РСА комбинације 5/8*. Сагледавајући приказане резултате видимо да је *PC1* била под јаким и једнаким позитивним утицајем *растегљивост* – $K-TA-(F_{max})-PC$ и *силе одљепљивања* – $K-TA-(F_{max})-Љ$ и нешто слабијим негативним утицајем *силе загриза* – $K-TA-(F_{max})-3-Ч$, која је испољила значајан позитиван утицај на *PC2*. Креирањем *p* *линеарних комбинација* оваквог сета изворних варијабли, остварено је груписање узорака у 3 квалитетне групе (*слика 5.50*). Повезаност узорка 3 са групацијом узорака 1, 6 и 7 остварена је у односу на *PC2* осу, захваљујући прије свега већем утицају *силе загриза* – $K-TA-(F_{max})-3-Ч$.

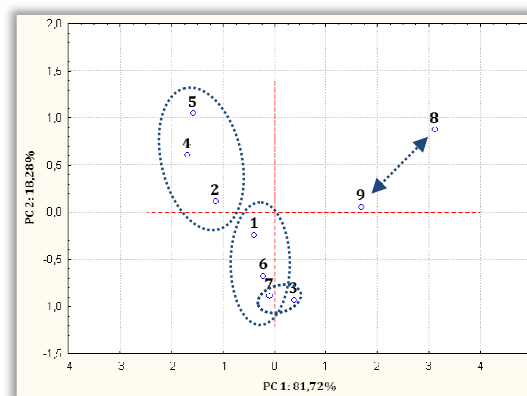
На основу добијених резултата *РСА* може се закључити да се добро сажимање и анализа линеарне повезаности показатеља постигло у свим посматраним комбинацијама варијабли, али да се најмањи губитак информација приликом инструменталних одређивања текстурних својстава куваних шпагета на *ТА.ХТ^{Plus}*–у, остварило комбинацијом *растегљивости* – $K-I-(F_{max})-PC$, *силе загриза* – $K-TA-(F_{max})-3-Ч$ и *силе одљепљивања* – $K-TA-(F_{max})-Љ$.

Табела 5.16 – Процент укупне варијансе, процент варијансе објашњен са PC1 и PC2, као и коефицијенти повезаности у зависности од примјењеног изворних варијабли (комбинација 5)

РСА КОМБИНАЦИЈЕ	5/1		5/2		5/3		5/4		5/5		5/6		5/7		5/8	
Кум.% (PC1+ PC2)	93,45		99,57		93,31		98,53		93,15		100		92,32		100	
% варијансе објашњен главним компонентама	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
	72,00	21,45	77,57	22,00	72,05	21,26	80,07	18,46	70,01	23,14	81,22	18,78	71,16	21,66	81,72	1
ИЗВОРНЕ ВАРИЈАБЛЕ	<i>Коефицијенти повезаности варијабли и главних компоненти</i>															
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
К-ТА-(F _{max})-PC	0,835	-0,405	0,888	-0,459	0,873	-0,322	0,906	-0,422	0,934	0,100	0,967	0,256	0,929	0,110	0,967	0
К-ТА-(F _{max})-WB-Ч	-0,934	-0,343	-0,914	-0,392												
К-ТА-(WS)-WB-Ж	-0,850	-0,519	-0,830	-0,550												
К-ТА-(F _{max})-WB-PH					-0,858	-0,492	-0,862	-0,480								
К-ТА-(WS)-WB-P					-0,919	-0,343	-0,904	-0,389								
К-ТА-(F _{max})-ЦП-Ч									-0,721	0,680	-0,754	0,657				
К-ТА-(F _{max})-З-Ч													-0,743	0,657	-0,763	0
К-ТА-(А)-ЦП-АД/Љ	0,765	-0,553			0,734	-0,622			0,841	0,472			0,848	0,454		
К-ТА-(F _{max})-Љ			0,888	-0,459			0,906	-0,422			0,967	0,256			0,967	0



Слика 5.49 – Графички приказ линеарних комбинација сензорских варијабли (комбинација 5/8) идентификованих РСА



Слика 5.50 – Графички приказ позиције узорака у РС дијаграму у односу на линеарне комбинације (комбинација 5/8) варијабли

У табели 5.17 збирно су приказани резултати РС анализа на основу којих се може сагледати допринос % укупне варијансе, као и % варијансе објашњен главним компонентама у зависности од посматраног сета изворних варијабли.

Табела 5.17 – % варијансе податак објашњен РС1, РС2 и РС3 у зависности од различитог сета изворних варијабли

РСА КОМБИНАЦИЈЕ		% варијансе објашњен главним компонентама			Кум.,% (РС1+ РС2+ РС3)
		РС1	РС2	РС3	
1	• бодовање – 1/3	97,42	2,01	-	99,48
2	• скала – 2/2	97,22	1,64	-	98,86
3	• (бодовање + скала) – 3/1	97,19	2,17	-	99,36
4	• Инстрон – 4/2	55,35	20,06	15,74	75,41
5	• ТА.ХТ ^{Елс} – 5/8	81,72	18,28	-	100
6	• бодовање – 1/3 + Инстрон – 4/2	61,50	21,84	8,73	92,07
7	• бодовање – 1/3 + ТА.ХТ ^{Елс} – 5/8	79,83	12,11	7,03	98,97
8	• скала – 2/2 + Инстрон – 4/2	60,26	22,89	9,62	92,77
9	• скала – 2/2 + ТА.ХТ ^{Елс} – 5/8	72,38	18,69	7,76	98,83
10	• (бодовање + скала) – 3/1 + Инстрон – 4/2	61,59	22,19	8,79	92,56
11	• (бодовање + скала) – 3/1 + ТА.ХТ ^{Елс} – 5/8	78,17	13,89	6,87	98,93

На основу приказаних резултата може се закључити да се у свим посматраним сетовима (комбинацијама) изворних варијабли РСА остварило задовољавајуће сажимање и анализа повезаности варијабли, али да су најмањи губици информација остварени у односу на комбинације 1/3 (метод бодовања), 3/1 (бодовање + скала) и 5/8 (ТА.ХТ^{Елс}).

Односно, сагледавајући претходно изнијете резултате, може се закључити да су се најбоље квалитетне разлике у текстури својствима куваних шпгета могле сагледати на основу:

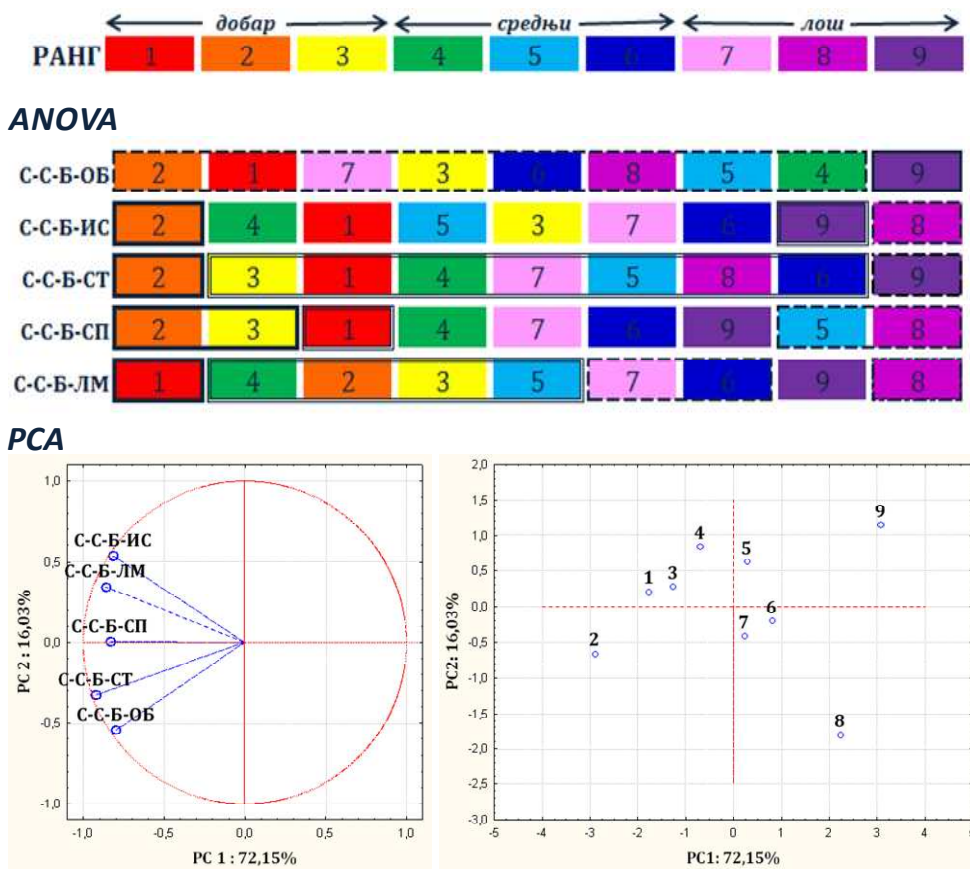
- инструменталних одређивања растељивости – К-И-(F_{max})-РС, силе компресије – К-ТА-(F_{max})-З-Ч и силе одлепљивања – К-ТА-(F_{max})-Љ;
- сензорске ојене еластичности – К-С-Б-ЕЛ, тврдоће – К-С-Б-ТВ, жвакљивости – К-С-Б-ЖВ и адхезивности – К-С-Б-АД методом бодовања;
- сензорске ојене еластичности – К-С-Б-ЕЛ, тврдоће – К-С-Б-ТВ, жвакљивости – К-С-Б-ЖВ методом бодовања и ојене адхезивности – К-С-С-АД методом скале.

5.3. АНАЛИЗА ПОЗИЦИЈА УЗОРАКА У РАНГУ (ANOVA) И РС ДИЈАГРАМУ (РСА) У ОДНОСУ НА ОДРЕЂЕНА ТЕКСТУРНА СВОЈСТВА

Узимајући у обзир значајност заједничке примјене РСА и ANOVA у утврђивању детаљнијег утицаја сваког сензорског својства у дискриминацији, односно диференцирању испитиваних узорака, у овом поглављу анализирани су остварене позиције узорака шпгета у рангу (ANOVA) и њихово груписање – позиционирање у РС дијаграму (РСА). Анализа је обухватила комбинације – сетове варијабли за које је примјеном РСА утврђено да обезбјеђују најбоље

сажимање информација приликом карактерисања текстурних својстава сушених и куваних шпгета, а резултати су приказани сликама од 5.51 до 5.60.

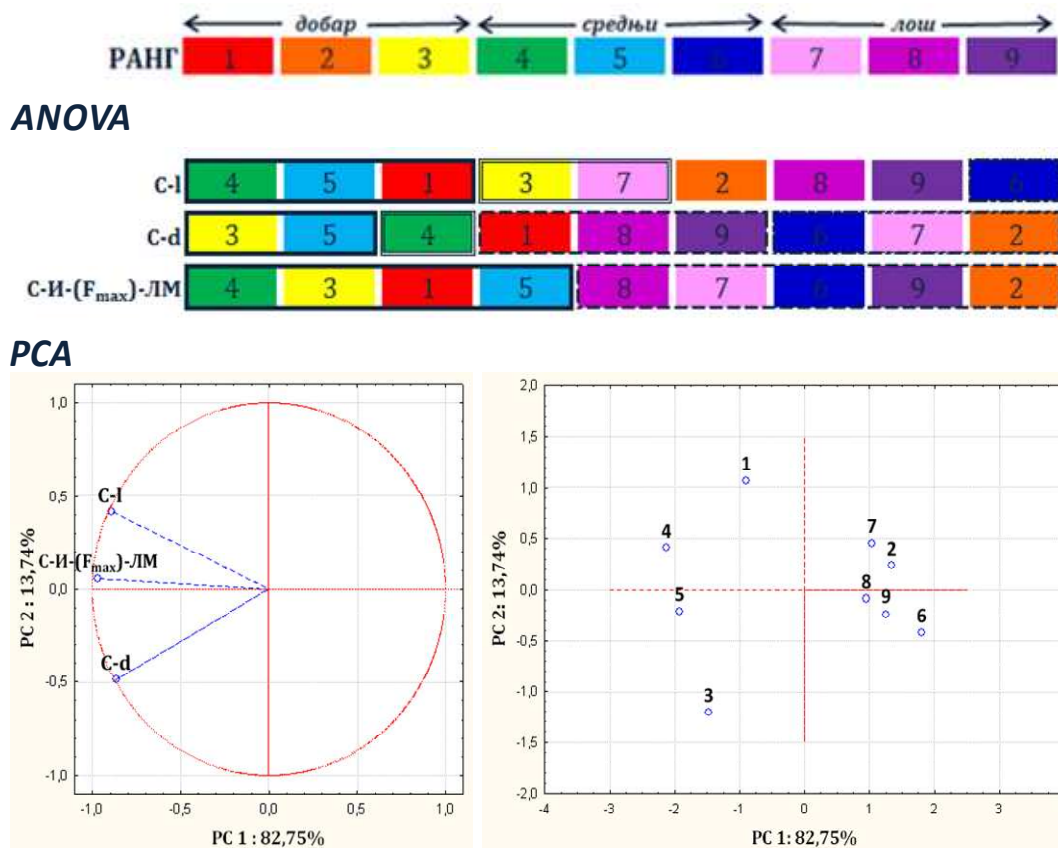
На слици 5.51 дат је упоредни приказ позиција узорака сушених шпгета у рангу (ANOVA) и њиховог груписања – позиционирања у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације 6 изворни сензорских варијабли (комбинација Γ) идентификоване PCA. Као што се може видјети, 72,15% варијабилитета овог сета података било је објашњено PC1, која је уједно била под готово подједнаким негативним утицајем свих изворних варијабли. 16,03% варијабилитета података било је објашњено PC2, на коју су облик – C-C-B-OB и испуцалост – C-C-B-IC испољили подједнак утицај, са супротним дјеловање. Сходно овоме, дошло је до појединачне издвојености узорака 2, 8 и 9 у односу на преостале узорке у PC дијаграму. Сагледавајући резултате добијене примјеном ANOVA, може се закључити да је дошло до идентичног диференцирања узорака 2, 8 и 9 шпгета у односу на разматрана текстурна својства, осим у случају ломљивости – C-C-B-ЛМ. Такође, потврђено је слично раздвајање (груписање) узорака 1, 3 и 4, када за сва посматрана својства ови узорци, са просјечним бројем бодова, припадају бољем квалитету, док је до мањих одступања дошло код узорка 3, када су својства оцјењена средњим квалитетом.



Слика 5.51 – Упоредни приказ позиција узорака шпгета у рангу (ANOVA) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације сензорских варијабли (комбинација Γ) идентификованих PCA

Слична ситуација била је и код узорка 5, који је у односу на $PC1$ био ближи групацији узорака 6 и 7, док се његова повезаност са групацијом узорака 1, 3 и 4 у односу на $PC2$, била под утицајем облика – $C-C-B-OB$ и испуцалости – $C-C-B-IC$. У случају бољег рангирања, узорак 5 је са мањим процентом испуцалости задржао одговарајући облик и самим тим по квалитету био ближи узорцима бољег и средњег квалитета, док је при већој испуцалости, био ближи узорцима 6 и 7, односно позицијама које су у рангу биле окарактерисане лошијим квалитетом. На основу приказаних резултата може се сагледати да сензорски оцењена текстурна својства сушених шпaгeтa, како на бази појединачних оцјена сензорских својстава сушених шпaгeтa, тако и кроз статистички добијено груписање узорака на бази композитног утицаја свих аспеката сензорске оцјене текстуре сушених шпaгeтa, највећим дијелом су била усклађена са потрошачким ранговима добијеним на бази визуелне оцјене.

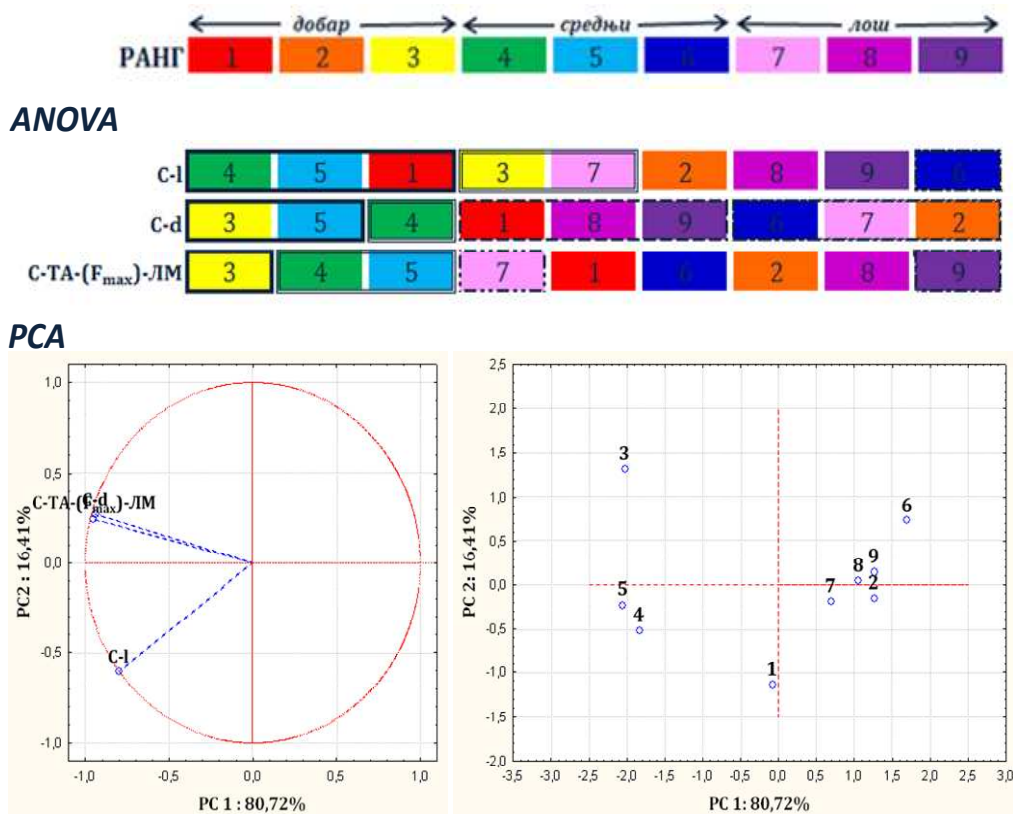
На слици 5.52 дат је упоредни приказ позиције узорака сушених шпaгeтa у рангу ($ANOVA$) и њиховог груписања – позиционирања у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације 3 изворне варијабле идентификоване PCA . Резултати PCA су показали значајно велики допринос у објашњењу укупног варијабилитета података (96,49%), од чега је 82,75% било објашњено $PC1$ на основу инструменталних одређивања силе лома – $C-I-(F_{max})-LM$ на Инструну, пречника – $C-d$ и дужине – $C-l$ нити уз примјену нонијуса (комбинација II/1).



Слика 5.52 – Упоредни приказ позиција узорака шпaгeтa у рангу ($ANOVA$) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабле (комбинација II/1) идентификованих PCA

Под здруженим негативним дјеловањем све три варијабле на $PC1$, од чега је сила лома – $C-I-(F_{max})$ -ЛМ имала највеће, и значајног дјеловања дужине нити – $C-l$ на $PC2$, којом је било објашњено 13,74% укупног варијабилитета, дошло је до раздвајања узорака у 4 групације. Међутим, сагледавајући позиционирање узорака само у односу на $PC1$, сходно великом % објашњења варијабилитета овом главном компонентом, може се видјети да је дошло до раздвајања узорака у групације 1, 3, 4 и 5 и 2,6,7,8 и 9, што је идентично диференцирању ($ANOVA$), односно њиховом рангирању на групације бољег или лошијег квалитета, поготово у случају силе лома – $C-I-(F_{max})$ -ЛМ. У случају потребе прецизнијег рангирања узорака, отпорност на лом (чврстоћу) сушених шпагета додатно је требало сагледати у односу на дужину – $C-l$ и пречник – $C-d$ нити.

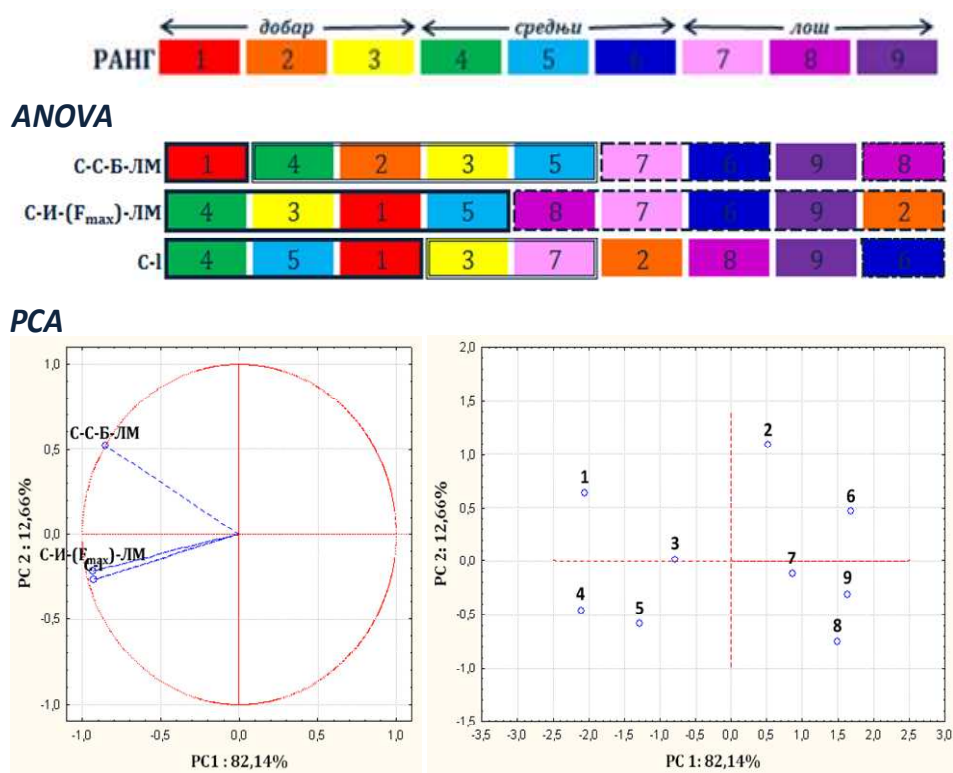
Резултати упоредног приказа позиција узорака сушених шпагета у рангу ($ANOVA$) и њиховог груписања – позиционирања у PC дијаграму у односу на линеарне линеарне комбинације 3 изворне варијабле идентификоване PCA приказане су на слици 5.53. Резултати PCA показала су значајно велики допринос у објашњењу укупног варијабилитета података (97,13%), од чега је 80,72% било објашњено $PC1$, на основу инструменталних одређивања силе лома – $C-TA-(F_{max})$ -ЛМ на $TA.XT^{Plus}$ -у, пречника – $C-d$ и дужине – $C-l$ нити уз примјену нонијуса (комбинација III/1). Под здруженим негативним дјеловањем све три варијабле на $PC1$, од чега је сила лома – $C-TA-(F_{max})$ -ЛМ имала највеће, и значајног дјеловања дужине нити – $C-l$ на $PC2$, којом је било објашњено 16,41%



Слика 5.53 – Упоредни приказ позиција узорака шпагета у рангу ($ANOVA$) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабле (комбинација III/1) идентификованих PCA

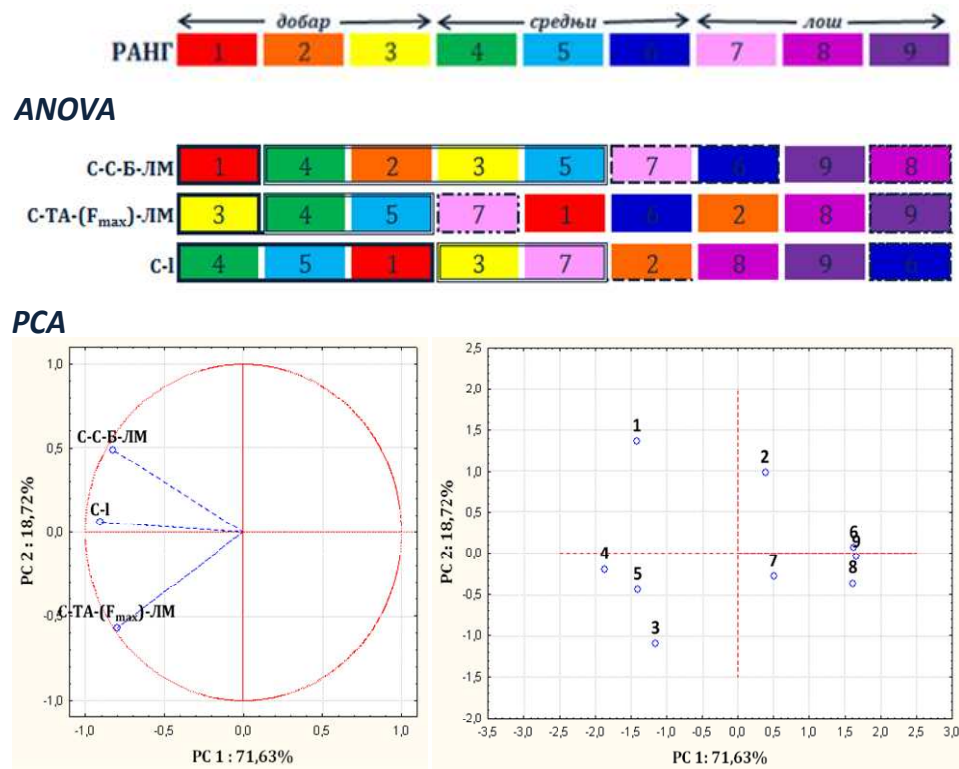
од укупног варијабилитета, дошло је до засебне издвојености узорака 1 и 3 у односу на двије формиране групације, при чему је одвојеност узорка 1 у односу на осу $PC2$ искључиво била под утицајем дужине нити – $C-l$. У односу на диференцирање узорака ($ANOVA$) и остварени ранг, може се видјети да је дошло до сличних груписања, и то узорака 4 и 5, као и узорака 2, 6, 8 и 9, уз мања одступања код узорака 1, 7 и 3, који се превентивно могу приписати утицају дужине – $C-l$ и пречника – $C-d$ нити.

На слици 5.54 дат је упоредни приказ позиције узорака сушених шпaгeтa у рангу ($ANOVA$) и њиховог груписања – позиционирања у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације 3 изворне варијабле идентификоване PCA . Резултати PCA су показали значајно велики допринос у објашњењу укупног варијабилитета података (86,78%), од чега је 82,14% било објашњено $PC1$, на основу одређивања ломљивости – $C-C-B-LM$ методом бодовања, силе лома – $C-I-(F_{max})-LM$ на Инстрону, као и дужине нити – $C-l$ уз примјену нонијуса (комбинација $IV/3$). Под здруженим негативним дјеловањем све три варијабле на $PC1$, од чега је сила лома – $C-I-(F_{max})-LM$ имала највеће, и значајног дјеловања дужине нити – $C-l$ на $PC2$, којом је било објашњено 12,55% од укупног варијабилитета, дошло је до раздвајања узорака у 4 групације. Диференцирање узорака унутар рангова квалитета ($ANOVA$) веома је било слично позиционирању узорака у односу на $PC1$ осу, уз незнатна одступања код узорака 2, 5 и 7. Узорци 6 и 8 показали су се као најлошији у случају ломљивости – $C-C-B-LM$ и дужине нити – $C-l$, док се узорак 1, у случају ломљивости – $C-C-B-LM$ показао као најбољи.



Слика 5.54 – Упоредни приказ позиција узорака шпaгeтa у рангу ($ANOVA$) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабле (комбинација $IV/3$) идентификованих PCA

Резултати упоредног приказа позиција узорака сушених шпаета у рангу (ANOVA) и њиховог груписања – позиционирања у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације 3 изворне варијабле, идентификована PCA, приказане су на слици 5.55.



Слика 5.55 – Упоредни приказ позиција узорака шпаета у рангу (ANOVA) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабле (комбинација V/3) идентификованих PCA

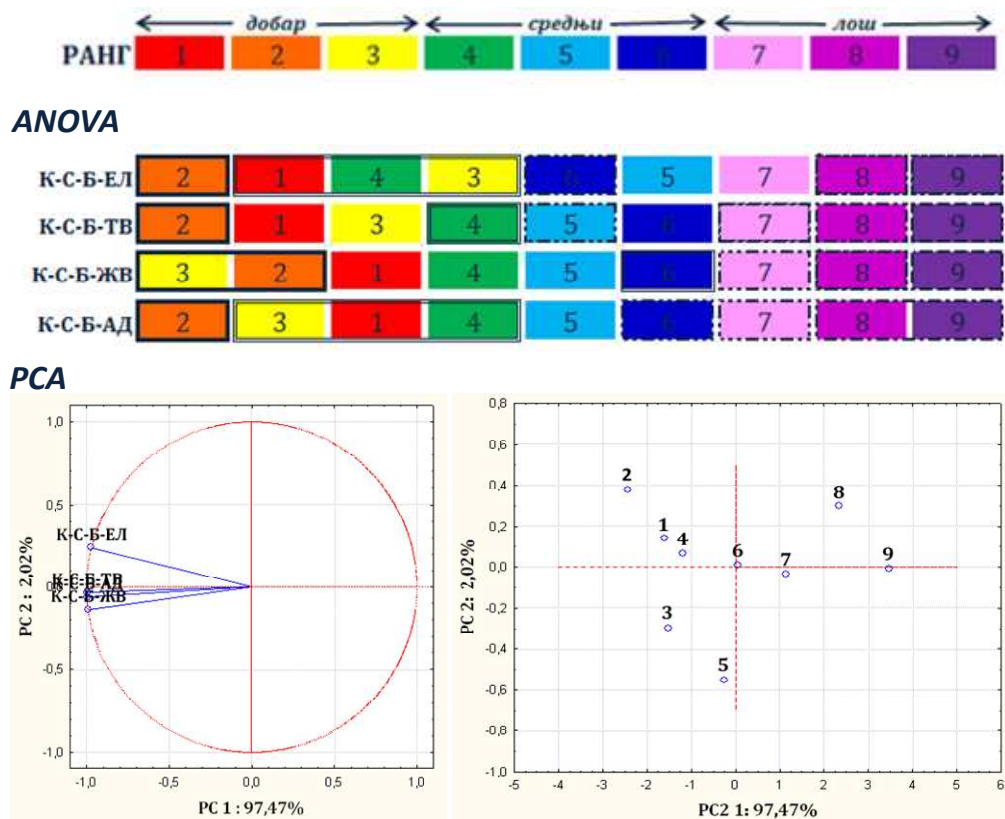
Резултати PCA су показали значајно велики допринос у објашњењу укупног варијабилитета података (90,36%), од чега је 71,63% било објашњено PC1, на основу одређивања ломљивости – C-C-B-LM методом бодовања, силе лома – C-TA-(F_{max})-LM на TA.XT^{Plus}-у, као и дужине нити – C-I уз примјену нонијуса (комбинација V/3).

Под здруженим негативним дјеловањем све три варијабле на PC1, од чега је дужина нити – C-I имала највеће, и значајног негативног дјеловања силе лома – C-TA-(F_{max})-LM на PC2, којом је било објашњено 18,72% од укупног варијабилитета података, дошло је до груписања узорака 3, 4 и 5, као и узорака 6, 8 и 9, уз засебну одвојеност узорака 1, 2 и 7. Диференцирање узорака унутар рангова квалитета (ANOVA) било је веома је слично позиционирању узорака у односу на PC1 осу, уз незнатна одступања код узорка 2, 5 и 7.

Инструментално одређена ломљивост сушених шпаета као и димензије нити сушених шпаета ни у једној од тестираних комбинација нису били уско повезани са са потрошачким ранговима добијеним на бази визуелне оцјене.

На слици 5.56 дат је упоредни приказ позиција узорака куваних шпаета у рангу (ANOVA) и њиховог груписања – позиционирања у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације 4 изворне сензорске варијабле (комбинација 1/3) идентификоване PCA. Као што се може видјети, 97,47% варијабилитета овог

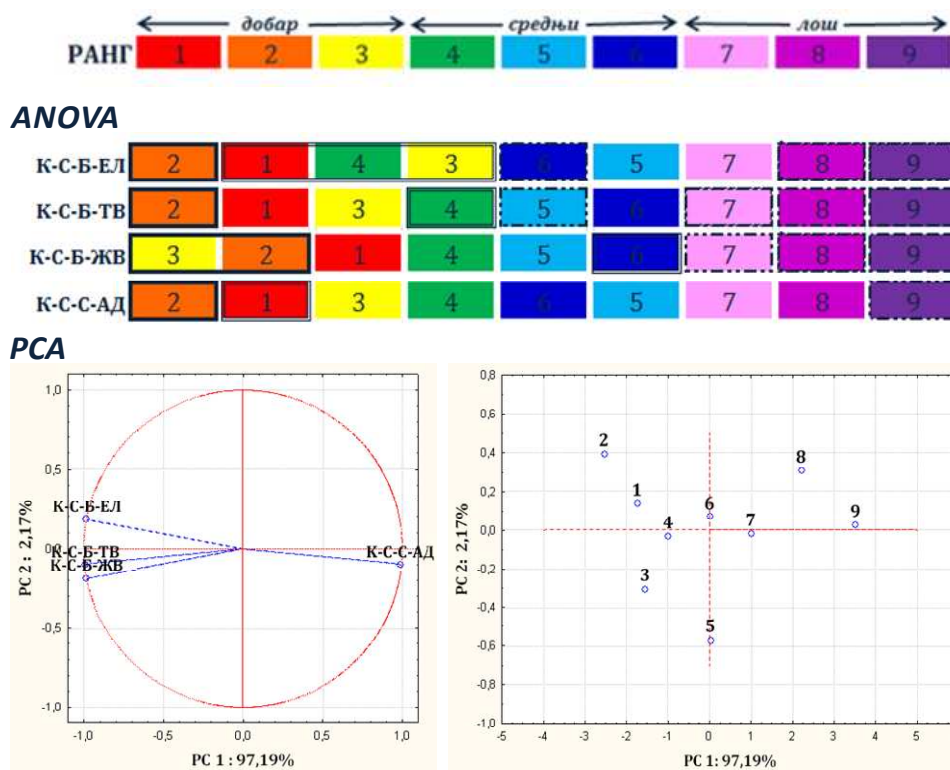
сета података било је објашњено $PC1$, која је уједно била под готово подједнаким негативним утицајем свих изворних варијабли оцењених методом бодовања (еластичности – $K-C-B-EЛ$, тврдоће – $K-C-B-TВ$, жвакљивости – $K-C-B-ЖВ$ и адхезивности – $K-C-B-АД$). Свега 2,01% варијабилитета података било је објашњено $PC2$, на коју је утицај изворних варијабли био готово занемарљив. Сходно овоме, остварено је позиционирање узорака у 4 одвојене групације у PC дијаграму.



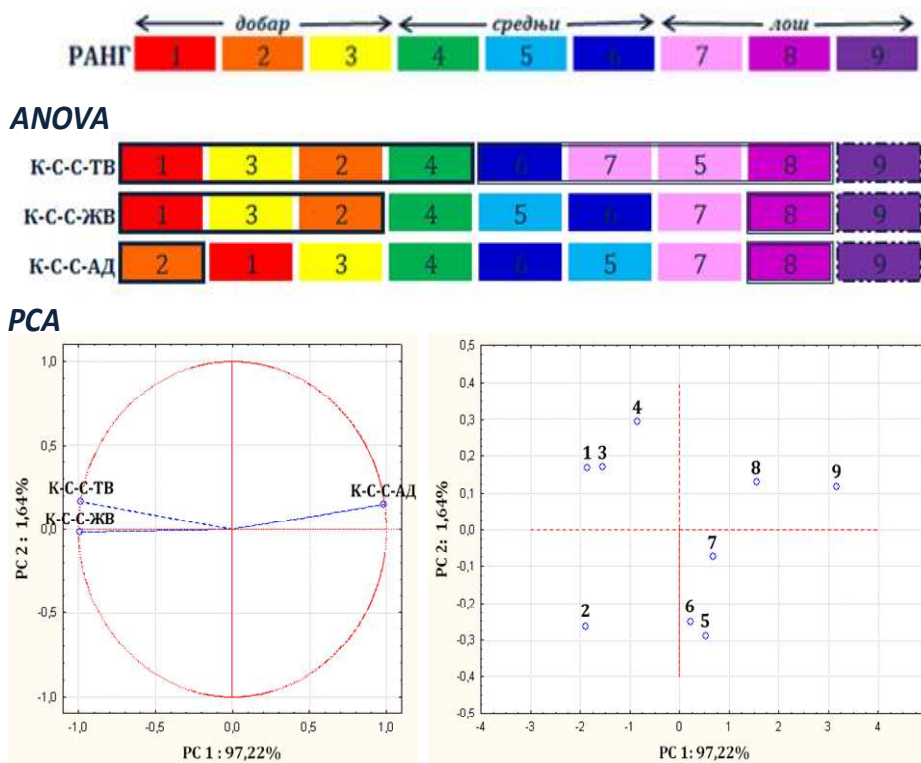
Слика 5.56 – Упоредни приказ позиција узорака шпагета у рангу ($ANOVA$) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабли (комбинација 1/3) идентификованих PCA

Сагледавајући резултате добијене примјеном $ANOVA$, може се закључити да је дошло до готово идентичног диференцирања, односно рангирања узорака куваних шпагета у односу на сва посматрана текстурна својства, уз мања одступања код узорака 3 и 5.

На слици 5.57 дат је упоредни приказ позиција узорака куваних шпагета у рангу ($ANOVA$) и њиховог груписања – позиционирања у PC дијаграму у односу на линеарне комбинације 3 изворне сензорске варијабле (комбинација 2/2) идентификоване PCA . Као што се може видјети, 97,22% варијабилитета овог сета података оцењених методом скале било је објашњено $PC1$, која је уједно била под готово подједнаким негативним утицајем тврдоће – $K-C-C-TВ$ и жвакљивости – $K-C-C-ЖВ$ и позитивним дјеловањем адхезивности – $K-C-C-АД$. Свега 1,64% варијабилитета података било је објашњено $PC2$, на коју утицај изворних варијабли био готово занемарљив.



Слика 5.57 – Упоредни приказ позиција узорака шпагета у рангу (ANOVA) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабли (комбинација 2/2) идентификованих PCA



Слика 5.58 – Упоредни приказ позиција узорака шпагета у рангу (ANOVA) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабли (комбинација 3/1) идентификованих PCA

Сходно овоме, остварено је позиционирање узорака у 3 одвојене групације у *PC* дијаграму. Сагледавајући резултате добијене примјеном *ANOVA*, може се закључити да је дошло до готово идентичног диференцирања, односно рангирања узорака куваних шпгета у односу на сва посматрана текстурна својства, уз мања одступања код узорак 2, 8 и 9. Узорак 2 једину се у случају *адхезивности* – *К-С-С-АД* издвојио као засебан у односу на остале узорке, док узорак 8 једино у случају *тврдоће* – *К-С-С-ТВ* није показао издвојеност у односу на остале узорке.

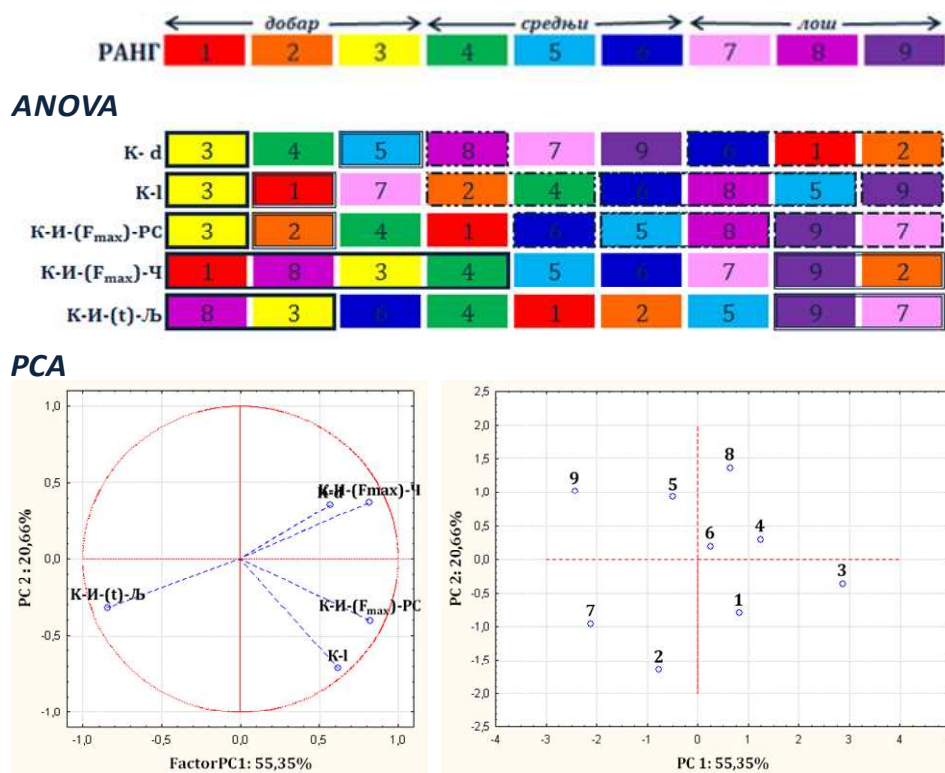
На слици 5.58 дат је упоредни приказ позиција узорака куваних шпгета у рангу (*ANOVA*) и њиховог груписања – позиционирања у *PC* дијаграму у односу на линеарне комбинације 4 изворне сензорске варијабле (комбинација 3/1) идентификоване *РСА*.

Као што се може видјети, 97,19% варијабилитета овог сета података оцјењених методима бодовања и скале, било је објашњено *PC1*, која је уједно била под готово подједнаким негативним утицајем *еластичности* – *К-С-Б-ЕЛ*, *тврдоће* – *К-С-Б-ТВ* и *жвакљивости* – *К-С-Б-ЖВ* и позитивним дјеловањем *адхезивности* – *К-С-С-АД*. Свега 2,17% варијабилитета података било је објашњено *PC2*, на коју је утицај изворних варијабли био готово занемарљив. Сходно овоме, остварено је позиционирање узорака у 4 одвојене групације у *PC* дијаграму. Сагледавајући резултате добијене примјеном *ANOVA*, може се закључити да је дошло до готово идентичног диференцирања, односно рангирања узорака куваних шпгета у односу на сва посматрана текстурна својства, уз мања одступања код узорак 3.

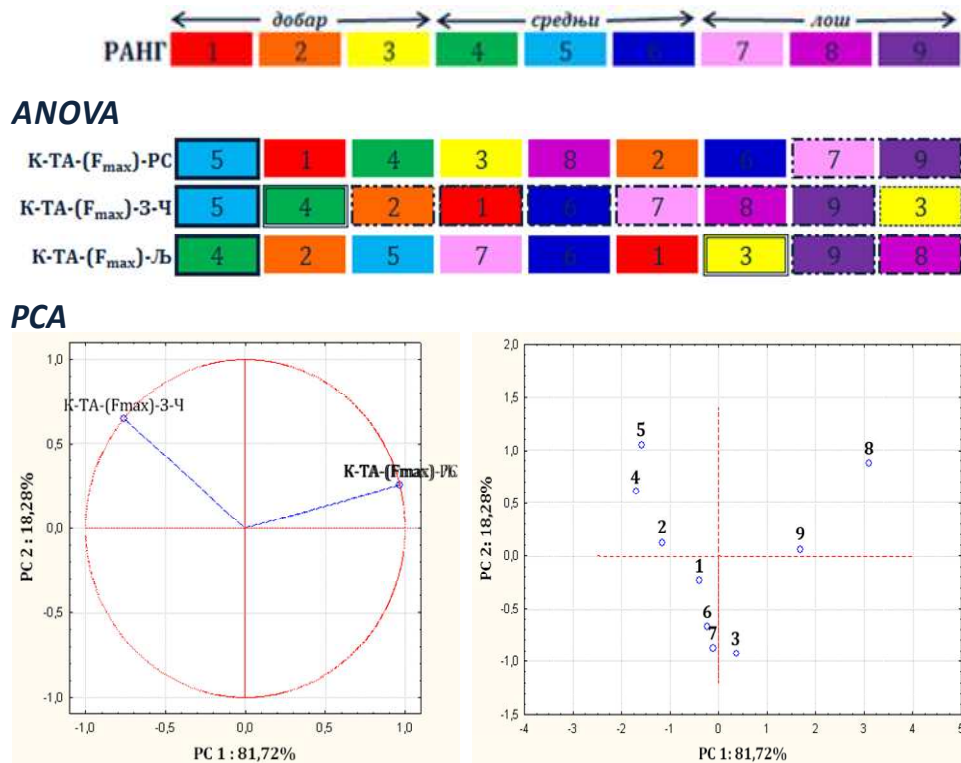
На основу приказаних резултата може се сагледати да сензорски оцјењена текстурна својства куваних шпгета, како на бази појединачних оцјена сензорних својстава куваних шпгета, тако и кроз статистички добијено груписање узорака на бази композитног утицаја свих аспеката сензорске оцјењене текстурних својстава сушених шпгета, највећим дијелом су била усклађена са потрошачким ранговима добијеним на бази визуелне оцјене, без обзира на то да ли је примењен метод бодовања или скале.

На слици 5.59 дат је упоредни приказ позиција узорака куваних шпгета у рангу (*ANOVA*) и њихово груписање – позиционирање у *PC* дијаграму у односу на линеарне комбинације 5 изворних инструменталних варијабле (комбинација 4/2), идентификоване *РСА*. Резултати *РСА* су показали да су прве три главне компоненте биле неопходне у давању препознатљиве слике куваних шпгета. Сагледавајући приказане резултате, видимо да је *PC1* била под јаким негативним утицајем *времена одљепљивања* – *К-И-(t)-Љ*, јаким позитивним утицајем *растегљивости* – *К-И-(F_{max})-РС* и *силе расјецања* – *К-И-(F_{max})-Ч* и блажим позитивним дјеловањем *дужине* – *К-l* и *пречника* – *К-d* нити. *PC2* је била под јачим негативним утицајем *дужине нити* – *К-l*, док је *пречника нити* – *К-d* имао јачи негативан утицај на *PC3*. Сходно овим чињеницама, видимо да је у *PC* дијаграму дошло до раздвајања узорака у 4 групе квалитета, при чему се близина узорка 5 групацији узорака 4, 6 и 8, или само узорку 8, могла приписати највећем утицају *дужине нити* – *К-l*.

Сагледавајући резултате добијене примјеном *ANOVA*, може се закључити да у односу на сва посматрана својства није дошло до сличног диференцирања односно рангирања узорака куваних шпгета у односу на резултате добијене примјеном *РСА*.



Слика 5.59 – Упоредни приказ позиција узорака шпагета у рангу (ANOVA) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабли (комбинација 4/2) идентификованих PCA



Слика 5.60 – Упоредни приказ позиција узорака шпагета у рангу (ANOVA) и PC дијаграму у односу на линеарне комбинације варијабли (комбинација 5/8) идентификованих PCA

На слици 5.60 дат је упоредни приказ позиција узорака куваних шпагета у рангу (ANOVA) и њихово груписање – позиционирање у РС дијаграму у односу на линеарне комбинације 3 изворне инструменталних варијабле (комбинација 5/8), идентификоване PCA. Резултати PCA показали су да је остварен највећи могући % објашњења укупне варијансе података (100%), при чему је 81,72 % од укупне варијансе било објашњено PC1, која је била под подједнаким позитивним дјеловањем *растегљивости* – $K-TA-(F_{max})-PC$ и *силе одлепљивања* – $K-TA-(F_{max})-L$ и негативним дјеловањем *силе загриза* – $K-TA-(F_{max})-3-Ч$. PC2 је била под значајним позитивним дјеловањем *силе загриза* – $K-TA-(F_{max})-3-Ч$, са којом је било објашњено 18,28% од укупног варијабилитета. Узимајући у обзир ове чињеницу, у РС дијаграму дошло је до груписања узорака у 3 квалитетне групе. Повезаност узорка 3 са групацијом узорака 1, 6 и 7 остварена је у односу на PC2 осу, захваљујући прије свега већем утицају *силе загриза* – $K-TA-(F_{max})-3-Ч$. Сагледавајући резултате добијене примјеном ANOVA, може се закључити да је дошло до готово идентичног диференцирања, односно рангирања узорака куваних шпагета у односу на сва посматрана текстурна својства, поготово у случају *силе загриза* – $K-TA-(F_{max})-3-Ч$. До мањих одступања дошло је код узорака 1, 2 и 3.

Инструментално одређена текстурна својства куваних шпагета као и димензије нити куваних шпагета ни у једној од тестираних комбинација нису били уско повезани са потрошачким ранговима добијеним на бази визуелне оцјене.

Сагледавајући претходно изнијете резултате, може се закључити да је заједничка примјена PCA и ANOVA у области сензорске анализе још једном показала да су ови аналитички поступци комплементарни и да дозвољавају и глобални приступ структури података, као и детаљну анализу варијабилност сваког дескриптора. Односно, довела је до закључка да одабрана текстурна својства комерцијалних узорака шпагета могу бити сагледана на основу резултата добијених примјеном ANOVA, али имајући у виду и PCA резултате.

6. ЗАКЉУЧЦИ

Истраживања и разматрања у оквиру ове докторске дисертације потврдила су могућност примјене објективних сензорских и инструменталних метода у оцјени комерцијалних узорака шпагета. Добијени резултати могу се размотрити у оквиру бројних закључака, од којих су најбитнији:

➤ На основу сензорских испитивања и статистичке обраде података извршена је процјена значајности и могућности примјене појединих аспеката оцјене текстурних својстава сушеног облика шпагете, који указују на следеће:

- Добијени резултати на пољу истраживања сензорске оцјене методом бодовања потврдила су могућности и значајност њене примјене као поузданог теста у процјени квалитета сушене тјестенине.
- Како је код свих сензорских својстава узетих за разматрање стандардна девијација била мала, ($\pm SD < 1$ бода), може се закључити да је сензорском оцјеном сушених шпагета методом бодовања од стране панела постигута добра репродуктивност резултата. Најбоље слагање резултата унутар панела постигнуто је код **структуре пресека** – С-С-Б-СТ.
- Најјасније диференцирање комерцијалних узорака шпагета остварено је код **структуре пресека** – С-С-Б-СТ и **ломљивости** – С-С-Б-ЛМ. Везано за сензорски оцјењена својства сушене тјестенине, може се констатовати да су:
 - оцјењивачи били у стању да препознају разлике у нијансама квалитета сушених шпагета када је у питању својство **ломљивости** – С-С-Б-ЛМ;
 - оцјењивачи били у стању да на основу **структуре пресека** – С-С-Б-СТ јасно издиференцирају комерцијалне узорке тјестенине у три различите квалитетне групе: најбољи, средњи и најлошији квалитет;
 - оцјењивачи били у стању да на основу **својстава површине** – С-С-Б-СП раздвоје узорке шпагета на екстремно добре и екстремно лоше. Односно, оцјењивачи нису били у могућности да издиференцирају врло уске распоне за ово својство код уобичајених узорака сушених шпагета;
 - код оцјене **облика** – С-С-Б-ОБ оцјењивачи били у стању само да констатују изразито лоша својства у погледу овог квалитетног својства;
 - одступања мађу оцјењивачима за већину репрезентативних тјестенина, код **испуцалости** – С-С-Б-ИС, била већа него разлике између самих узорака, што јасно наводи на чињеницу да нема смисла да се ово својство узима у разматрање приликом сензорске оцјене комерцијалних узорака сушених шпагета;

➤ На основу инструменталних испитивања и статистичке обраде података извршена је процјена значајности и могућност примјене инструменталних поступака у одређивању текстурних својстава сушених шпагета, који указују на следеће:

- Варијације у дужини и пречнику нити сушених шпагета утицале су на инструментална одређивања тексурних својстава, поготово код **силе лома** – *С-И-(F_{max})-ЛМ*, одређену на *Инстрону*.
- Остварени рангови квалитета, дефинисани на основу измјерених вриједности **силе лома** уз примјену оба уређаја, прилично су били идентични код узорака са највишим вриједностима овог показатеља, док је код узорака са нижим и најнижим вриједностима постојало значајна одступања.
- Примјена *Инстрона* омогућила је раздвајање, елиминацију узорака само на боље и лошије, док је јаснија слика у разликама овог показатеља добијена лакше уз примјену *ТА.ХТ^{Plus}*-а, што наводи на додатан закључак да би примјена *ТА.ХТ^{Plus}*-а била погоднија у погонима за производњу тјестенине.
- Добијени резултати инструменталних мјерења **еластичности/савитљивости** сушених шпагета показали су лошију репродуктивност резултата.

☞ Добијени резултати међусобног поређења остварених позиција узорака сушених шпагета у ранговима квалитета добијених различитим поступцима оцјењивања, као и поређења са оствареним потрошачким рангом, могу се размотрити у оквиру следећих закључака:

- Приликом сагледавања чврстоће сушених шпагета, односно отпорности на лом, у обзир треба свакако укључити сензорску оцјену **ломљивости** – *С-С-Б-ЛМ*, која је пружица најјасније и статистички значајно раздвајање узорака шпагета и која је била најближа потрошачкој оцјени, док су резултати инструменталног мјерења прије свега употребљиви за праћење и унапређење технолошког поступка производње тјестенине

☞ На основу сензорских испитивања и статистичке обраде података извршена је процјена значајности и могућности примјене појединих аспеката оцјене текстурних својстава куваног облика шпагете, који указују на следеће:

- Остварена је добра репродуктивност резултата код оцјене **љепљивости** методом бодовања у односу на **изглед површине** – *К-С-Б-ИП*, **својства површине** – *К-С-Б-СП* и **адхезивност** – *К-С-Б-АД*. Панел са 20 оцјењивача био је у стању да препозна разлике у нијансама квалитета узорака куваних шпагета на основу сва 3 показатеља. Утврђено је постојање статистички значајног и готово идентичног диференцирања узорака куваних шпагета у односу на оцјењене показатеље, што наводи на закључак, да без обзира која је сензорска техника била примјењена (визуелна, палапторна или густаторна), добијени резултати оцјене љепљивости, а тиме и остварени рангови квалитета, били су готово идентични. Односно, примјеном сензорске оцјене љепљивости методом бодовања могуће установити постојање квалитетних разлика код узорака куваних шпагета, оцјењујући их на основу само једног од 3 предложена сензорска својства.
- Како је код оцјене 3 „позитивна“ текстурна својства куваних шпагета (**еластичност**, **тврдоћа** и **жвакљивост**) стандардна девијација била мала, може се закључити да је сензорском оцјеном методом бодовања постинута добра репродуктивност резултата. Уз мања одступања код узорака који припадају најбољем и средњем квалитету, добијени су скоро

идентични рангови квалитета за сва 3 оцјењена својства. Сензорском оцјеном еластичности, чврстоће и жвакљивости методом бодовања може се постићи веома успјешно диференцирање узорака куваних шпагета у одговарајуће квалитетне групе на тржишту.

- Стандардне девијације код сва четири оцјењена текстулна својства примјеном скале (*тврдоћа/чврстоћа* – К-С-С-ТВ, *жвакљивост* – К-С-С-ЖВ, *адхезивност* – К-С-С-АД и *површинска љепљивост* – К-С-С-ПЉ) биле су веће, што је и било и за очекивати код примјене метода скале у сензорној оцјени текстулних својстава. Ефекти опажаја били су значајни, пошто су указали да су оцјењивачи користили различите дјелове неструктурне скале.
- Примјеном сензорског метода референтне неструктурне скале успјешно је остварено диференцирање узорака куваних шпагета у односу на *тврдоћу/чврстоћу* – К-С-С-ТВ и *површинску љепљивост* – К-С-С-ПЉ.
- Добијени резултати сенорске оцјене *жвакљивости* – К-С-С-ЖВ и *адхезивности* – К-С-С-АД показали су да је примјеном референтне неструктурне скале било могуће постићи диференцирање узорака куваних шпагета, али искључиво на узорке изузетно доброг и/или изузетно лошег квалитета. Код сличних узорака или узорака који су припадали уобичајеним узорцима средњег квалитета, оцјењивачи нису били у могућности да лако уоче разлике између узорака.
- Међусобна поређења резултата текстулних својстава, добијених сензорским методима бодовања и скале показала су:
 - Да је методом бодовања у односу на *тврдоћу/чврстоћу* постигнуто диференцирање узорака у већи број квалитетних група, али уз постојање мање јасних граница између појединих, за разлику од метода скале којим је остварено јасно раздвајање узорака куваних шпагета у 3 квалитетне групације (добро, средње и лоше). Поклапање позиција у ранговима квалитета постигнуто је за најлошије узорке, док су код преосталих узорака остварени подједнаки нивои квалитета, али са различитим позицијама у рангу.
 - Јасније диференцирање узорака куваних шпагета у односу на *жвакљивости* постигнуто је код метода бодовања у односу на метод скале, али уз боље поклапање позиција у оствареним ранговима квалитета.
 - Много боље диференцирање узорака куваних шпагета у погледу *адхезивности* постигнуто је уз примјену сензорског метода бодовања у односу на метод скале. Поклапање позиција у ранговима квалитета постигнуто је за најлошије узорке, док су код преосталих узорака остварени подједнаки нивои квалитета, али са различитим позицијама у рангу.

➤ На основу инструменталних испитивања и статистичке обраде података извршена је процјена значајности и могућност примјене инструменталних поступака у одређивању текстулних својстава куваних шпагета, који указују на следеће:

- Добијени резултати мјерења силе **растегљивости/еластичности** на Инстрону показали су значајну прикладност овог инструмента за

утврђивање квалитетних разлика комерцијалних узорака куваних шпагета. Узимајући у обзир чињеницу да је примјена *ТА.РХ^{Plus}*-а омогућила раздвајање узорака шпагета искључиво на екстремно добре и/или лоше, може се закључити да би примјена *Инстрона* свакако имала преимутство у односу на *ТА.РХ^{Plus}* приликом одређивања растегљивости/еластичности куваних шпагета.

- Добијени резултати мјерења **чврстоће** на *Инстрону* уз примјену *WB* наставка са прорезом, показали су да су одступања у мјерењима унутар репрезентативних узорака шпагета већа него разлике између самих узорака, што наводи на закључак да **силу расјецања** – *К-И-(F_{max})-Ч* не треба разматрати приликом оцјене чврстоће узорака куваних шпагета.
- **Сила компресије** – *К-И-(F₀)-Ч*, измјерена на *Инстрону*, као и сви други показатељи одређени на *ТА.РХ^{Plus}*-у и уз примјену различитих наставака (**сила расјецања** – *К-ТА-(F_{max})-WB-Ч*, **жилавост** – *К-ТА-(WS)-WB-Ж*, **сила расјецања** – *К-ТА-(F_{max})-PH-Ч*, **рад/површина испод криве** – *К-ТА-(WS)-PH-P*, **сила компресије** – *К-ТА-(F_{max})-ЦП-Ч* и **сила загриза** – *К-ТА-(F_{max})-З-Ч*), показали су да су прикладни и поуздани параметри у оцјени чврстоће куваних шпагета.
- Диференцирање узорака шпагета, постигнуто код одређивања **силе компресије** – *К-И-(F₀)-Ч*, додатно је потврдило значајан утицај *пречника* и *дужине нити* на инструментална одређивања чврстоће.
- Добијени резултати мјерења **љепљивости** на *Инстрону*, уз примјену *OTMSFC*, наставка показали су да су одступања у мјерењима унутар репрезентативних узорака шпагета, за **силу одљепљивања** – *К-И-(F_{max})-Л* и **вријеме одљепљивања** – *К-И-(t)-Л*, била већа него разлике између самих узорака, што наводи на закључак да нема смисла да се љепљивост куваних шпагета, мјерена на овакав начин, узима у разматрање приликом оцјене квалитета узорака куваних шпагета.
- Добијени резултати одређивања **силе одљепљивања** – *К-ТА-(F_{max})-Л* на *ТА.РХ^{Plus}*-у, уз примјену *HDP/PES*, потврдили су прикладност и поузданост теста за одређивање љепљивости, али само са становишта утврђивања најљепљивијих узорака.
- Резултати одређивања **адхезивност/љепљивости** – *К-ТА-(W)-ЦП-АД/Л* на *ТА.РХ^{Plus}*-у, уз примјену *цилиндричне сонде (P36)*, потврдили су прикладност и поузданост теста за одређивања квалитета куваних шпагета.

⇒ Добијени резултати поређења остварених позиција узорака куваних шпагета у ранговима квалитета, добијених различитим поступцима оцјењивања, као и поређења са оствареним потрошачким рангом, могу се размотрити у оквиру следећих закључака:

- Потрошачки ранг био је у подударности са рангом добијеним сензорском оцјеном узорака куваних шпагета методом бодовања, што још једном потврдило чињеницу да сушене шпагета са одговарајућим визуелним својствима испољавају и идентична одговарајућа својства **еластичности/растегљивост** куваних облика.
- Поклапање потрошачког ранга и рангова добијених сензорским методима бодовања и скале потврдило је чињеницу да сушене шпагета са одговарајућим визуелним својствима испољавају и идентичан квалитет

куваних облика у погледу **тврдоће/чврстоће, жвакљивости, адхезивности и површинске љепљивости.**

➤ На основу *Pearson*-ових коефицијенти корелације утврђено је да су:

- готово сви аспеката сензорске оцјене сушених шпагета били у статистички значајној вези са **укупном сензорском оцјеном** – ОУ;
- само неки од аспеката сензорске оцјене сушених шпагета били међусобно повезаних, међу којима је најзначајнија била повезаност **структуре пресека** – С-С-Б-СТ са **обликом** – С-С-Б-ОБ, **својствима површине** – С-С-Б-СП и са **ломљивошћу** – С-С-Б-ЛМ, као и повезаност **ломљивости** – С-С-Б-ЛМ са **испуцалошћу** – С-С-Б-ИС;
- статистички значајни коефицијенти корелације између инструменталних и сензорских показатеља сушених шпагета добијени између **силе лома** – С-И-(F_{max})-ЛМ и **ломљивости** – С-С-Б-ЛМ;
- статистички значајни коефицијенти корелације између инструменталних одређивања: **сила лома** одређених на *Инстрону* (С-И-(F_{max})-ЛМ) и *ТА.ХТ^{Plus}*– у (С-ТА-(F_{max})-ЛМ); **дужине** – С-*l* и **пречника** – С-*d* нити сушених шпагета и **силе лома** – С-И-(F_{max})-ЛМ на *Инстрону*; **пречника нити** – С-*d* и **силе лома** – С-ТА-(F_{max})-ЛМ на *ТА.ХТ^{Plus}*– у.
- готово сви спекти сензорске оцјене куваних шпагета били у статистички значајној вези са **укупном сензорском оцјеном** – ОУ;
- готово сви спекти сензорске оцјене куваних шпагета били међусобно повезани;
- инструментална одређивања **растегљивости/еластичности** – С-И-(F_{max})-РС одређене на *Инстрону*, **адхезивности/љепљивости** – К-ТА-(*W*)-ЦП-АД/Љ одређене на *ТА.РХ^{Plus}*– у, као и **дужина нити** – С-*l* одређена *нонијусум*, била у статистички значајним везама са свим аспектима сензорске оцјене куваних шпагета; **сила одљепљивања** – К-ТА-(F_{max})-Љ одређена на *ТА.РХ^{Plus}*– у била је у статистички значајној вези са **изгледом површине** – К-С-Б-ИП, **својствима површине** – К-С-Б-СП и са **адхезивношћу** – К-С-Б-АД оцјењених методом бодовања, као и са **адхезивношћу** – К-С-С-АД оцјењене методом скале, док је **сила одљепљивања** – К-И-(F_{max})-Љ одређена на *Инстрону*, била у статистички значајној вези са **изгледом површине** – К-С-Б-ИП оцјењеном методом бодовања и **површинском љепљивошћу** – К-С-С-ПЉ оцјењеном методом скале.
- готово сви истородни показатељи инструментално одређени на *Инстрону* и *ТА.ХТ^{Plus}*– у, и то **чврстоћа** и **љепљивост**, били међусобно повезани;

➤ Добијени резултати примјене *РСА* у области сензорске анализе могу се размотрити у оквиру бројних закључака, од којих су најбитнији они који указују на чињенице:

- Да су се најбоље квалитетне разлике у текстурним својствима сушених шпагета, односно у чврстоћи – отпорности на лом, могле сагледати инструменталним одређивањима **силе лома** – С-ТА-(F_{max})-ЛМ одређене на *ТА.ХТ^{Plus}*–а или паралелним одређивањима овог показатеља

сензорским методом бодовања (С-С-Б-ЛМ) и инструменталним одређивањем на *Инстрону* (С-И-(F_{max})-ЛМ).

- Да су се најбоље квалитетне разлике у текстурним својствима куваних шпагета могле сагледати на основу:
 - инструменталних одређивања **растегљивости/еластичности** – К-И-(F_{max})-РС (*Инстрон*), **силе компресије** – К-ТА-(F_{max})-З-Ч (*ТА.ХТ^{Plus}*) и **силе одљепљивања** – К-ТА-(F_{max})-Љ (*ТА.ХТ^{Plus}*);
 - сензорске оцјене **еластичности** – К-С-Б-ЕЛ, **тврдоће** – К-С-Б-ТВ, **жвакљивости** – К-С-Б-ЖВ и **адхезивности** – К-С-Б-АД методом бодовања;
 - сензорске оцјене **еластичности** – К-С-Б-ЕЛ, **тврдоће** – К-С-Б-ТВ, **жвакљивости** – К-С-Б-ЖВ методом бодовања и оцјене **адхезивности** – К-С-С-АД методом скале.

➤ Анализа позиција узорака шпагета у ранговима квалитета (*ANOVA*) и РС дијаграму (*PCA*) довела је до следећих закључака:

- Заједничка примјена *PCA* и *ANOVA* у области сензорске анализе још једном је показала да су ови аналитички поступци комплементарни и да дозвољавају и глобални приступ структури података, као и детаљну анализу варијабилност сваког дескриптора. Односно, довела је до закључка да одабрана текстурна својства комерцијалних узорака шпагета могу бити сагледана на основу резултата добијених примјеном *ANOVA*, али имајући у виду и *PCA* резултате.
- Да сензорски оцјењена текстурна својства сушених и куваних шпагета, како на бази појединачних оцјена методима бодовања и скале, тако и кроз статистички добијено груписање узорака на бази композитног утицаја свих аспеката сензорски оцјењених текстурних својстава узорака шпагета, највећим дијелом су усклађена са потрошачким ранговима добијеним на бази визуелне оцјене.
- Инструментално одређена текстурна својства сушених и куваних шпагета, као и димензије нити куваних шпагета, ни у једној од тестираних комбинација нису била уско повезана са потрошачким ранговима добијеним на бази визуелне оцјене.

➤ Упркос добрим слагањима резултата добијених инструменталним одређивањим и сензорском оцјеном од стране панела одабраних оцјењивача, дошло се до закључка да поједини инструментални методи могу наћи добру примјену у предикцији објективне сензорске оцјене појединих текстурних својстава и тиме допринијети побољшању квалитета тјестенине облика шпагета током технолошког процеса производње, али да не могу безрезервно бити прихваћени као алтернатива објективној сензорској оцјени у предикцији потрошачке прихватљивости овог прехранбеног производа на тржишту.

7. ЛИТЕРАТУРА

- Abecassis, J., Abbour, C. M., Morel, M.-H., Vernoux, P. (1994). Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature, and pressure in the extruder pasta quality. *Cereal Chemistry*, 71, 247–253.
- Abecassis, J., Chaurand, M., Matencio, F., Feillet, P. (1989). Einflüsse des wassergehaltes der teigwaren bei der hochtemperaturtrocknung. *Getreide Mehl und Brot*, 43, 58–62.
- Abercrombie, E. (1980). Durum milling. Association of Operative Millers-Bulletin, 3808–3813.
- Alary, R., Abecassis, J., Krobrehel, K., Feillet, P. (1979). Influence de l'eau de cuisson, et notamment de son pH, sur les caracteristiques des pâtes alimentaires cuites, *Bull ENSMIC*, 293, 255–262.
- American Association of Cereal Chemists. (2000). Approved Methods of the AACC, 10th Edition, Method No. 66-5. American Association of Cereal Chemistry, St Paul, MN.
- Amerine, M. A., Pangborn, R. M., Roessler, E. B. (1965). Principles of Sensory Evaluation of Foods. Academic Press, New York.
- Ames, N. P., Clarke, J. M., Marchylo, B. A., Dexter, J. E., Woods, S.M. (1999). Effect of environment and genotype on durum wheat gluten strength and pasta viscoelasticity, *Cereal Chemistry*, 76, 582–586.
- Antognelli, C. (1980). The manufacture and applications of pasta as a food and as a food ingredient: A review, *Journal of Food Technology*, 15, 125–145.
- Anzaldúa-Morales, A. (1989). La Evaluación Sensorial en la Teoría y la Práctica. Editorial Alhambra, S. A. Mexico City.
- Anzaldúa-Morales, A. (1990). Spanish words for viscosity and hardness/firmness. *Journal of Texture Studies*, 20, V–VII0.
- Atkin, B., Khan, K. (1992). Influence of high-temperature drying on structural and textural properties of durum wheat pasta, *Cereal Chemistry*, 80, 159–167.
- Autran, J.-C., Abecassis, J., Feillet, P. (1986). Statistical evaluation of different technological and biochemical tests for quality assessment in durum wheats. *Cereal Chemistry*, 63, 390–394.
- Autran, J.-C., Feillet, P. (1987). Genetic and technological basis of protein quality for durum wheat in pasta. In Eds. V. Pattakou, *EEC Symp. On Protein Evaluation in Cereals and Legumes*, (pp. 185–189). Cereal Institute, Thessaloniki, Greece.
- Baduí, S. (1988). Diccionario de Tecnología de Alimentos. Editorial Alhambra, S. A. Mexico City.
- Ball, C. O., Claus, W. E., Stier, E. F. (1957). Factors affecting quality of prepackaged meats. 1B. Loss of weight and study of texture. *Food Technology*, 11, 281–283.

- Bejarović, G. (2001). Tehnologija proizvodnje testenine, Tiski cvet, Novi Sad.
- Bernardin, J. E., Kasarda, D. D. (1973). The microstructure of wheat protein fibrils. *Cereal Chemistry*, 50 735 – 745.
- Bourne, M. C. (1966a). A classification of objective methods for measuring texture and consistency of foods. *Journal of Food Science*, 31, 1011–1015.
- Bourne, M. C. (1966b). Measurement of shear and compression components of puncture tests. *Journal of Food Science*, 31, 282–291.
- Bourne, M. C. (1977). Compression rates in the mouth. *Journal of Texture Studies*, 8, 373–376.
- Bourne, M.C. (1982). Food Texture and Viscosity. Academic Press Inc., New York.
- Bourne, M.C. (2002). Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press Inc., San Diego, California.
- Bower, J.A. (2009). Principal Component Analysis. In *Statistical Methods for Food Science: Introductory procedures for the food practitioner*. Wiley-Blackwell Ltd. Oxford.
- Brandt, M. A., Skinner, E. Z., Coleman, J. A. (1963). Texture Profile Method. *Journal of Food Science*, 28, 404–409.
- Brennan, C. S., Kuri, V., Tudorica, C., M. (2004). Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. *Food Chemistry*, 86, 189–193.
- Brennan, J. G. (1980). Food texture measurement. In Eds R.D. King, *Developments in Food Analysis Techniques – 2*, (pp. 1–78). Applied Science Publishers, London.
- Brinnington, D. S., Johannson, H., Geddes, W. (1939). Quantitative methods for evaluating the quality of macaroni products. *Cereal Chemistry*, 16, 149–167.
- Bruneel, C., Pareyet, B., Brijis, K., Delcour, J. A. (2010). The impact of the protein network on the pasting and cooking properties of dry pasta products. *Food Chemistry*, 120, 371–378.
- BS EN 5098:1975. Sensory analysis–Food technology (vocabularies).
- Bushuk, W. (1985). Rheology: Theory and application to wheat flour doughs. American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, MN.
- Calviño, A. A., Zamora, M. C., Sarchi, M. I. (1996). Principal components and cluster analysis for descriptive sensory assessment of instant coffee. *Journal of Sensory Studies*, 11, 191–210.
- Cardello, A. V. (1994). Consumer expectations and their role in food acceptance. In Eds H. J. H. MacFie, and D.M.H. Thomson, *Measurement of Food Preferences*, (pp. 253–297). Blackie, London.
- Chabanet, C. (2000). Statistical analysis of sensory profiling data. Graphs for presenting results (PCA and ANOVA). *Food Quality and Preference*, 11, 159–162.
- Chansri, P., Puttanlek, C., Rungsadthong, V., Uttapap, D. Characteristics of Clear Noodles Prepared from Edible Canna Starches, *Journal of Food Science*, 70, 337–347.

- Civille, G. V., Szczesniak, A. S. (1973). Guidelines to training a texture profile panel. *Journal of Texture Studies*, 4, 204–223.
- Coles, G. D. (1998). Objective estimation of bread visual texture. *Chemistry in Australia*, August, 13–15.
- Coles, M.E. (1991). Review: Prediction and measurement of pasta quality, *International Journal of Food Science and Technology*, 26, 133–151.
- Corey, H. (1970). Texture in foodstuffs. *CRC Critica Reviews in Food Technology*, 1, 161–198.
- Cubadda, R. (1988). *Durum Wheat: Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, MN.
- Cunin, C., Handschin, S., Walther, P., Escher, F. (1995). Structural changes of starch during cooking of durum wheat pasta. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 28, 323–328.
- Cuq, B., Gonçalves, F., Mas, J.F., Varelle, L., Abecassis, J. 2003. Effect of content and temperature of spaghetti on their mechanical properties. *Journal of Food Engineering*, 59, 51-60.
- D'Egidio, M. G., Mariani, B. M., Nardi, S., Novaro, P., Cubadda, R. (1990). Chemical and technological variables and their relationships: A predictive equation for pasta cooking quality. *Cereal Chemistry*, 67, 275–281.
- D'Egidio, M. G., DeStefanis, E., Fortini, S., Galterio, G., Nardi, S., Sgrulletta, D. (1981). Influenza del tipo di acqua usata nella cottura sulla qualità delle paste, *Technologica Molitoria*, 32, 505–511.
- D'Egidio, M. G., Mariani, B. M., Nardi, S., Novaro, P. (1993) Viscoelastograph measures and total organic matter test: suitability in evaluating textural characteristics of cooked pasta, *Cereal Chemistry*, 70, 67–72.
- D'Egidio, M. G., Nardi, S. (1996). Textural measurements of cooked spaghetti. In Eds J. E. Kruger, R. R. Matsuo, and J. W. Dick, *Pasta and Noodle Technology*, (pp. 133–156). American Association of Cereal Chemistry, St Paul, MN.
- Dalbon, G., Grivon, D., Pagani, M. A. (1996). Continuous Manufacturing Process. In Eds J. E. Kruger, R. B. Matsuo, and J. W. Dick, *Pasta and Noodle Technology*, (pp. 13–58). American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnesota.
- Dalbon, G., Pagani, M., Resmini, R., Lucisanom, M. (1985). Einflüsse einer Hitzebehandlung der Weizenstärke während des Trocknungsprozesses, *Getreide Mehl und Brot*, 39, 183–189.
- D'Appolonia, B. L., Gilles, K. A. (1971). Effects of various starches in baking. *Cereal Chemistry*, 48, 625–636.
- Davis, J. G. (1937). The rheology of cheese, butter, and other milk products. *Journal of Dairy Research*, 8, 245–264.
- Davis, S. S. (1973). Rheological properties of semi-solid foodstuffs. *Journal of Texture Studies*, 4, 15–40.

- Debbouz, A., Doetkott, C. (1996). Effect of process variables on spaghetti quality, *Cereal Chemistry*, 73, 672–676.
- DeFrancisci, J. L. (2003). Basics of pasta extrusion systems, *New-Food*, 5, 85–86.
- Del Nobile, M. A., Baiano, A., Conte, A., Mocci, G. (2005). Influence of protein content on spaghetti cooking quality. *Journal of Cereal Science*, 41, 347–356.
- Delcour, J. A., Vansteelandt, J., Hythier, M. C., Abecassis, J., Sindic. M. Deroanne, C. (2000). Fractionation and reconstitution experiments provide insight into the role of gluten and starch interactions in pasta quality, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 48, 3767–3773.
- DeMan, J. M. (1975). Texture of foods. *LWT–Food Science and Technology*, 8, 101–107.
- Dexter, J. E., Dronzek, B. L., Matsuo, R. R. (1978). Scanning electron microscopy study of cooked spaghetti. *Cereal Chemistry*, 55, 23–30.
- Dexter, J. E., Kilborn, R. H., Morgan, B. C., Matsuo, R. R. (1983b). Grain Research Laboratory compression tester: Instrumental measurement of cooked spaghetti stickiness. *Cereal Chemistry*, 60, 139–142.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R. (1977). Influence of protein content on some durum wheat quality parameters, *Canadian Journal of Plant Science*, 57, 717–727.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R. (1978). Effect of semolina extraction rate on semolina characteristics and spaghetti quality. *Cereal Chemistry*, 55, 841–852.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R. (1979). Effect of starch on pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. *Cereal Chemistry*, 56, 190–195.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R., Kruger, J. E. (1990). The spaghetti-making quality of commercial durum wheat samples with variable alpha-amylase activity, *Cereal Chemistry*, 67, 405–412.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R., MacGregor, A. W. (1985). Relationships of instrumental assessment of spaghetti cooking quality to the type and the amount of material rinsed from cooked spaghetti. *Journal of Cereal Science*, 3, 39–53.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R., Morgan, B. C. (1981b). High temperature drying: effect on spaghetti properties, *Journal of Food Science*, 46, 1741–1746.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R., Morgan, B. C. (1983a). Spaghetti stickiness: some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics, *Journal of Food Science*, 48, 1545–1559.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R., Morgan, B. C. (1983a). Spaghetti stickiness: some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics. *Journal of Food Science*, 48, 1545–1559.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R., Preston, K. R., Kilborn, R. H. (1981a). Comparison of gluten strength, mixing properties, baking quality and spaghetti quality of some Canadian durum and common wheats, *Canadian Institute of Food Science Technology Journal*, 14, 108–111.

- Dexter, J. E., Williams, P. C., Edwards, N. M., Martin, D. G. (1988). The relationships between durum wheat vitreousness, kernel hardness and processing quality, *Journal of Cereal Science*, 7,169–81.
- Dexter, J.E., Martin, D.G., Sadaranganey, G.T., Michaelides, J., Mathieson, N., and Marchylio, B.A. (1994a). Preprocessing: Effects on durum wheat milling and spaghetti-making quality. *Cereal Chemistry*, 71, 10-16.
- Di Monaco, R. Cavella, S. Di Marzo, S., Masi, P. (2004). The effect of expectations generated by brand name on the acceptability of dried semolina pasta. *Food Quality and Preference*, 15, 429–437.
- Dobraszczyk, B. J., Vincent, J. F., V. (1999). In Eds. A. J. Rosenthal, *Food Texture Measurement and Perception*, (pp. 102). Aspen, Gaithersburg, Maryland.
- Donnelly, B. J. (1982). Teflon and non-Teflon lined dies: effect on spaghetti quality, *Journal of Food Science*, 47, 1055–1069.
- Drake, B. 1989. Sensory textural/rheological properties – a polyglot list. *Journal of Texture Studies*, 20, 1–27.
- Dransfield, E., Zamora, F., Bayle, M. C. (1998). Consumer selection of steaks as influenced by information and price index. *Food Quality and Preference*, 9, 321–326.
- Edwards, N. M., Izydorczyk, M. S., Dexter, J. E., Biliaderis, C. G. (1993) Cooked pasta texture: comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness, *Cereal Chemistry*, 72, 564–567.
- Feillet, P. (1977). La qualité des pâtes alimentaires. *Annals of Nutrition and Diet*, 12, 299–310.
- Feillet, P. (1984). The biochemical basis of pasta cooking quality. Its consequence for durum wheat breeders. *Science of Aliments*, 4, 551–566.
- Feillet, P., Abecassis, J., Autran, J.C., Laignelet, T. (1996). Pasta and future trends of academic research on pasta and durum wheat. *Cereal Foods World*, 41, 205–208.
- Feillet, P., Ait-Mouh, O., Kobrehel, K., Autran, J.-C. (1989). The role of low molecular weight glutenins in the determination of cooking quality of pasta product: An overview. *Cereal Chemistry*, 66, 26-30.
- Feillet, P., Dexter, J. E. (1996). Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. In Eds J. E. Kruger, R. B. Matsuo, and J. W. Dick, *Pasta and Noodle Technology*, (pp. 95–131). American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnesota.
- Finney, E. E., Jr. (1972). Mechanical resonance within Red Delicious apples and its relation to fruit texture. *Transactions of American Society and Agriculture Engineering*, 13, 177–180.
- Frey, A., Holliger, A. (1972). Il Comportamento in cottura della pasta vista al microscopio. *Technologica Molitoria*, 23, 481–485.
- Friedman, H. H., Whitney, J. E., Szczesniak, A. S. (1963). The Texturometer – a new instrument for objective texture measurement. *Journal of Food Science*, 28, 390–396.

- Funami, T., Kataoka, Y., Omoto, T., Goto, Y., Asai, I., Nishinari, K. (2005). Effects of non-ionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behavior of wheat starch. *Food Hydrocolloids*, 19, 1–13.
- Gaćeša, S., Dozet, J., Šćiban, M., Psodorov, Đ., Pestorić, M. (1996). Primena univerzalnog fleksibilnog sistema ocene kvaliteta za vrednovanje sirovina i proizvoda na bazi žita i brašna, XII savetovanje "ŽITO-HLEB 96 – Proizvodnja i prerada žita i brašna-domaći potencijali-svetski kvalitet", Zbornik radova, (pp. 37–48). Zavod za tehnologiju žita i brašna, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Gains, N., Krzanowski, W. J., Thomson, D. M. H. (1988). A comparison of variable reduction techniques in an attitudinal investigation of meat products. *Journal of Sensory Studies*, 3, 37–48.
- Giese, J. (1992). Pasta: new twists on an old product, *Food Technology*, 46, 117–126.
- Glabe, E. F., Goldman, P. E., Anderson, P. W. (1957). Effect of Irish moss extractive (carrageenan) on wheat-flour products. *Cereal Science Today*, 2, 159–162.
- Grant, L. A., Dick, J. W., Shelton, D. R. (1993). Effects of drying temperature, starch damage, sprouting, and additives on spaghetti quality characteristics, *Cereal Chemistry*, 70, 676–684.
- Grzybowski, R. A., Donnelly, B. J. (1979). Cooking properties of spaghetti: Factors affecting cooking quality. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 27, 380–384.
- Guan, F., Seib, P. A. (1994). Instrumental probe and method to measure stickiness of cooked spaghetti and noodles, *Cereal Chemistry*, 71, 330–337.
- Guinard, J.-X., Uotani, B., Schlich, P. (2001). Effect of sensory properties, nutritional information and price. *Food Quality and Preference*, 8, 223–231.
- Guinard, J.-X., Mazzucchelli, R. (1996). The sensory perception of texture and mouthfeel, *Trends in Food Science and Technology*, 7, 213–9.
- Guinea, G. V., Rojo, F. J., Elices, M. (2004). Brittle failure of dry spaghetti. *Engineering Failure Analysis*, 11, 705–714.
- Güler, S., Köksel, H., Ng, P.K.W. (2002). Effects of industrial pasta drying temperatures on starch properties and pasta quality. *Food Research International*, 35, 421–427.
- Halmos, A. L. (1997). Food texture and sensory properties of dairy ingredients. *Food Australia*, 49, 169–173.
- Harris, R. H., Sibbit, L. D. (1958). The cooking properties of some new durum wheat varieties. *Food Technology*, 12, 91–93.
- Hiiemae, K. M., Palmer, J. B. (1999). Food transport and bolus formation during complete feeding sequences on foods of different initial consistency, *Dysphagia*, 14, 31–42.
- Holliger, A. (1962). Improved method for testing macaroni products. *Cereal Chemistry*, 40, 231–240.
- Holt, S. (1999). The satiety index: a new method to measure the filling powers of foods. *Food Australia*, 51, 74–75.

- Hoseney, R. C., Smewing, J. (1999). Instrumental measurement of stickiness of doughs and other foods. *Journal of Texture Studies*, 30, 123–136.
- Hotelling, H. (1936). Relations between two sets of variates. *Biometrika*, 28, 321–377.
- Hummel, Ch. (1966). Macaroni product: Manufacture, Processing and Packing, Food Trade Press, London.
- Hutchings, J. B., Lillford, P. L. (1988). The perception of food texture – the philosophy of the breakdown path. *Journal of Texture Studies*, 19, 103–115.
- Imai, E., K. Saito, M. Hatakeyama, K. Shimada, H. A. (1999). Effect of physical properties of food particles on the degree of graininess perceived in the mouth. *Journal of Texture Studies*, 30, 59–88.
- Ingelbrecht, J. A., Moers, K., Abecassis, J., Rouau, X., Delcour, J. A. (2001) Influence of arabinoxylans and endoxylanases on pasta processing and quality. Production of highquality pasta with increased levels of soluble fiber. *Cereal Chemistry*, 78, 721–729.
- ISO 11036:1994. *Sensory Analysis – Methodology – Texture profile*.
- ISO 7340:1985 (E). Durum wheat semolinas and alimentary pasta – Estimation of cooking quality of spaghetti by sensory analysis.
- ISO 7340-2:2008 (E). Alimentary pasta produced from durum wheat semolina – Estimation of cooking quality by sensory analysis – Part 2: Routine method. *Journal of Texture Studies*, 2, 196–206.
- Janković-Milić, V. (2003). Metod glavnih komponenti u funkciji poboljšanja rezultata regresione analize. *Ekonomске teme*, 3, 163–170.
- Jolliffe, I.T. (1972). Discarding variables in a principal components analysis. I: Artificial data. *Applied Statistics*, 21, 160–173.
- Jolliffe, I.T. (1973). Discarding variables in a principal components analysis. II: Real data. *Applied Statistics*, 22, 21–31.
- Jowitt, R. (1974). The terminology of food texture. *Journal of Texture Studies*, 5, 351–358.
- Kaluđerski, G., Filipović, N.(1998). Metode ispitivanja kvaliteta žita i brašna i gotovih proizvoda. Zavod za tehnologiju žita i brašna, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Kapur, K. K., Soman S., Yurkstas, A. (1964). Test food for measuring masticatory performance of denture wearers. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 14, 483–491.
- Karacsony, L. P., Barsos, A. C. (1961). An apparatus for measuring the torsional strength of macaroni. *Cereal Chemistry*, 38, 14–21.
- Kilcast, D. (2004). Measuring consumer perceptions of texture: an overview. In *Texture in Food: Solids foods*. Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC, Cambridge.
- Kilcast, D., Roberts, C. (1998). Perception and measurement of stickiness in sugarrich foods. *Journal of Texture Studies*, 29, 81–100.

- Kim, H. I., Seib, P. A., Posner, E., Deyoe, C. W., Yang, H. C. (1989). Improving the colour and cooking quality of spaghetti from Kansas hard winter wheat, *Cereal Foods World*, 34, 216–23.
- Kobs, L. (2000). Frozen pasta and rice dishes, *Food-Product-Design*, 10, 124–143.
- Kokini, J. L., Dickie, A. (1982). A model of food spreadability from fluid mechanics. *Journal of Texture Studies*, 13, 211–227.
- Kokini, J. L., Kadane, J. B., Cussler, E. L. (1977). Liquid texture perceived in the mouth. *Journal of Texture Studies*, 8, 195–218.
- Kosmolak, F. G., Dexter, J. E., Matsuo, R. R., Leisle, D., Marchylo, B. A. (1980). A relationship between durum wheat quality and gliadin electrophoregrams, *Canadian Journal of Plant Science*, 60, 427–32.
- Kovacs, M. I. P., Poste, L. M., Butler, G., Woods, S. M., Leisle, D., Noll, J. S., Dahlke, G. (1997). Durum wheat quality: Comparison of chemical and rheological screening test with sensory analysis. *Journal of Cereal Science*, 25, 65–75.
- Kramer, A. 1973. Food texture – definition, measurement and relation to other food quality attributes. In Eds A. Kramer, and A.S. Szczesniak, *Texture Measurements of Foods*, (pp. 1–9). Reidel Publ., Dordrecht.
- Krieger, I. M. (1979). Golden anniversary for rheology. *Physics Today*, 32, 128.
- Kruger, J.E., Matsuo, R.R., Dick, J.W. (1996). Pasta and Noodle Technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Lamacchia, C., Di Luccia, A., Baiano, A., Gambacorta, G., La Gatta, B., Pati, S., La Notte, E. (2007). Changes, in pasta proteins induced by drying cycles and their relationship to cooking behaviour. *Journal of Cereal Science*, 46, 58–63.
- Larmond, E., Voisey, P. W. (1973). Evaluation of spaghetti quality by a laboratory panel, *Canadian Institute of Food Science Technology Journal*, 6, 209–11.
- Lawless, H., Vanne, M., Tuorila, H. (1997). Categorization of English and Finnish texture terms among consumers and food professionals. *Journal of Texture Studies*, 28, 687–708.
- Lee, S. J., Rha, M., Koh, W., Park, W., Lee, C., Kwon, Y. A., Hwang, J. K. (2002). Measurement of cooked noodle stickiness using a modified instrumental method. *Cereal Chemistry*, 79, 838–842.
- Lillford, P. J. (1991). Texture and acceptability of human foods. In Eds J. F. V. Vincent, and P. J. Lillford, *Feeding and the texture of food*, (pp. 231–243). Cambridge University Press, New York.
- Lillford, P. J. (2001). Mechanisms of fracture in foods, *Journal of Texture Studies*, 32, 397–417.
- Lintas, C. (1988). Carbohydrates of durum wheat. In Eds G. Fabriana, and C. Lintas, *Durum Wheat Chemistry and Technology*, (pp. 121–138). American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, MN.

- Lintas, C., D'Appolonia, B. L. (1973). Effect of spaghetti processing on semolina carbohydrates. *Cereal Chemistry*, 50, 563–570.
- Lirici, L. (1971). The behavior of pasta products during cooking. III. *Tecnica- Molitoria*, 22, 426–432.
- Liu, C.-Y., Shepherd, K. W., Rathjen, A. J. (1996). Improvement of durum wheat pastamaking and breadmaking qualities. *Cereal Chemistry*, 73, 155–166.
- Lund, J. P. (1991). Mastication and its control by the brain stem, *Critical of Reviews in Oral Biology and Medicine*, 2, 33–64.
- Malcolmson, L. J. (1991). Spaghetti optimization using response surface methodology: effect of drying temperature, durum protein level and farina blending. Ph.D. Thesis, University of Manitoba, Winnipeg, Canada.
- Malcolmson, L. J., Matsuo, R. R., Balshaw, R. (1993). Textural optimization of spaghetti using response surface methodology: effects of drying temperature and durum protein level. *Cereal Chemistry*, 70, 417–423.
- Marchylo, B. A., Dexter, J.E. (2001). Pasta production. *Cereal Processing*. Owens, Woodhead, Cambridge.
- Marchylo, B.A., Dexter, J.E., Clarke, J.M., Ames, N. (1998). Effects of protein content on CWAD quality. In Eds D. B. Browe, W. E. Greddes, A. M. Johnston, and K. Preston, *Wheat Protein – Production and Marketing*, (pp. 53–62), University Extension Press, University of Saskatchewan, Saskatoon.
- Marshall, S. G. (1974). Factors affecting the textural quality of cooked spaghetti and the relationship between its instrumental and sensory evaluation. Ph.D. Thesis, University of Manitoba, Wannipeg, Canada.
- Martinek, M., Milatović, Lj. (1965). Kontrola kvaliteta tjestenine. *Proizvodnja i prerada brašna*, 6, 4–16.
- Martinez, C. S., Ribotta, P. D., León, A. E., Añón, M. C. (2007). Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti. *Journal of Texture Studies*, 38, 666–683.
- Martinez, C.S., Ribotta, P.D., León, A.E., Añón, M.C. 2007. Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti. *Journal of Texture Studies*, 38, 666–683.
- Matsuo, R. R. Irvine, G. N. (1969). Spaghetti tenderness testing apparatuses. *Cereal Chemistry*, 46, 1–6.
- Matsuo, R. R. Irvine, G. N. (1971). Note on an improved apparatus for testing spaghetti tenderness. *Cereal Chemistry*, 48, 554–558.
- Matsuo, R. R., Bradley, J. W., Irvine, G. N. (1972) Effect of protein content on the cooking quality of spaghetti. *Cereal Chemistry*, 49, 707–711.
- Matsuo, R. R., Dexter, J. E. (1980). Comparison of experimentally milled durum wheat semolina to semolina produced by some Canadian commercial mills, *Cereal Chemistry*, 57, 117–22.
- Matsuo, R. R., Dexter, J. E., Dronzek, B. L. (1978). Scanning electron microscopy study of spaghetti processing, *Cereal Chemistry*, 55, 744–753.

- Matsuo, R. R., Dexter, J. E., Kosmolak, F. G., Leisle, D. (1982b). Statistical evaluation of tests for assessing spaghetti-making quality of durum wheat. *Cereal Chemistry*, 59, 222–228.
- Matsuo, R. R., Irvine, G. N. (1969). Spaghetti tenderness testing apparatus, *Cereal Chemistry*, 46, 1–6.
- Matsuo, R. R., Irvine, G. N. (1974) Relationship between the GRL spaghetti tenderness tester and sensory testing of cooked spaghetti, *Canadian Institute of Food Science Technology Journal*, 7, 155–166.
- Matsuo, R. R., Irvine, G. N. (1975). Macaroni brownness. *Cereal Chemistry*, 52, 131–135.
- Matsuo, R. R., Irvine, G.N. (1970). Effect of gluten on the cooking quality of spaghetti. *Cereal Chemistry*, 47, 173–180.
- Matz, S. A. (1962). Food Texture. Avi. Westport, Connecticut.
- McCarthy, O. J. (1987). Large deformation testing of solid foods. *Food Technology in New Zealand*, July, 40–43.
- Medvedev, G. (1999). Osnovna pitanja teorije i prakse proizvodnje testenine I deo: Karakteristike proizvoda mlevenja pšenice kao osnovne sirovine za proizvodnju testenine. *Žito-hleb*, 26, 1–5.
- Medvedev, G. (1999). Osnovna pitanja teorije i prakse proizvodnje testenine II deo: Uticaj režima sušenja i presovanja na svojstva testa i kvalitet testeničarskih proizvoda. *Žito-hleb*, 26, 49–54.
- Medvedev, G. (1999). Osnovna pitanja teorije i prakse proizvodnje testenine III deo: Savremeni režim sušenja testenine. *Žito-hleb*, 26, 149–155.
- Menger, A. (1979). Crucial points of view concerning the execution of pasta cooking tests and their evaluation, *Comp. Rendus Symposium Inter sur les matieres premieres et pâtes alimentaires (Rome)*, 53–60.
- Menger, A. (1982). Influenza dell'acqua di cottura sulle paste alimentari di diversa qualità, *Tecnologica Molitoria*, 33, 23–32.
- Meullenet, J.-F. C., Carpenter, J. A., Lyon, B. G., Lyon, C. E. (1997). Bicyclical instrument for assessing texture profile parameters and its relationship to sensory evaluation of texture. *Journal of Texture of Studies*, 16, 403–424.
- Meullenet, J.-F., Carpenter, J. A., Lyon, C. E. (1998). Relationship between sensory and instrumental texture profile attributes. *Journal of Sensory Studies*, 13, 77–93.
- Milatovic, L., Mondelli, G. (1991). Pasta Technology Today, Pinerolo, Italy, Chirotti.
- Milo Ohr, L. (2003). More for the sport. *Food Technology*, 57, 63–68.
- Mojet, J., Köster, E.P. 2004. Sensory memory and food texture. *Food Quality and Preference*, 16, 251–266.
- Mondelli, G. Raw materials in pasta. <http://www.professionalpasta.it>.

- Muller, H. G. (1969a). Mechanical properties, rheology and haptesthesia of food. *Journal of Texture Studies*, 1, 38–42.
- Muñoz, A. M. 1986. Development and application of texture reference scales. *Journal of Sensory Studies*, 1, 55–83.
- Nieto-Taladriz, M. T., Ruiz, M., Martinez, M. C, Vazquez, J. F., Carrillo, J. M. (1997). Variation and classification of B-low molecular weight glutenin subunit alleles in durum wheat, *Theory of Applied Genetics*, 95, 1155–1160.
- Novaro, P., D'Egidio, M. G., Mariani, B. M., Nardi, S. (1993). Combined effect of protein content and high-temperature drying systems on pasta cooking quality. *Cereal Chemistry*, 70, 716–719.
- Oak, M. D., Sissons, M., Egan, N., Shubada, A., Tamhankar, V., Suryaprakasa, R., Bhosole, S.B. (2006). Relationship between gluten and pasta firmness in Indian durum wheats. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 538–544.
- Oh, N. H., Seib, P. A., Deyoe, C. W., Ward, A. B. (1983). Noodles I. Measuring the textural
- Onozuka, M., Watanabe, K., Mirbod, S. M., Ozono, S., Nishiyamo, K., Karasawa, N., Nagatsu. I. (1999). Reduced mastication stimulates impairment of spatial memory and degeneration of hippocampal neurons in aged SAMP8 mice. *Brain Research*, 826, 148–153.
- Onozuka, M., Watanabe, K., Mirbod, S. M., Ozono, S., Nishiyamo, K., Karasawa, N., Nagatsu. I. (2000). Impairment of spatial memory and changes in astroglial responsiveness following loss of molar teeth in aged SAMP8 mice. *Brain Research*, 108, 145–155.
- Orth, R. A., Dronzek, B. L. Bushuk, W. (1973). Scanning electronic microscopy of bread proteins fractionated by gel filtration. *Cereal Chemistry*, 50, 696 – 701.
- Orth, R. A., Dronzek, B. L. Bushuk, W. (1973). Studies of glutenin. IV. Microscopic structure and its relations to breadmaking quality. *Cereal Chemistry*, 50, 688 – 696.
- Pagani, M. A., Resmini, P., Dalbon, G. (1989). Influence of extrusion process on characteristics and structure of pasta. *Food Microstructure*, 8, 173–182.
- Payne, P. I., Jackson, E. A., Holt, L. M. (1984). The association between gamma gliadin 45 and gluten strength in durum wheat varieties: a direct causal effect or the result of genetic linkage?, *Journal of Cereal Science*, 2, 73–81.
- Pedrero, D., Pangborn, R. M. (1989). Evaluación Sensorial de los Alimentos Métodos Analyticos. Editorial Alhambra Mexicana, S. A. Mexico City.
- Perovic, B. (2000). Role starches in pasta cooking. *Tecnica Molitoria*, 51, 726–731.
- Pestorić, M. (2007). Definisanije i valorizacija eksternog profila industrijski proizvedene tjestenine, *Magistrski rad*, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

- Pestorić, M., Mastilović, J., Popov-Raljić, J., Pojić, M. (2005). Primena instrumentalnih metoda u određivanju nekih teksturnih svojstava svežine hleba. *Žito-hleb*, 32, 167-179.
- Pestorić, M., Mastilović, J., Sakač, M., Pojić, M., Sedej, I. (2007b). Primena linearne multiple regresione analize u vrednovanju vizuelnih svojstava testenine. *Žito-hleb*, 34, 29-37.
- Pestorić, M., Mastilović, J., Sakač, M., Pojić, M., Sedej, I. (2008). Objective evaluation of spaghetti color. 4th International Congress FLOUR – BREAD '07, 6th Croatian Congress of Cereal Technologists, Proceedings, (pp. 404-410), Opatija, Croatia.
- Pestorić, M., Mastilović, J., Tojagić, S., Pribiš, V. (2007a). Tržišni potencijal špageta s aspekta senzorske ocene vizuelnih svojstava. *Ekonomске teme - Unapređenje zaštite potrošača*, 1, 109-119.
- Pogna, N., Lafiandra, D., Feillet, P., Autran, J.-C. (1988). Evidence for a direct causal effect of low molecular weight subunits of glutenins on gluten viscoelasticity in durum wheats. *Journal of Cereal Science*, 7, 211-214.
- Pollini, C. M. (1996). THT technology in the modern industrial pasta drying process. In Eds J. E. Kruger, R. R. Matsuo, and J. W. Dick, *Pasta and Noodle Technology*, (pp. 59-74). American Association of Cereal Chemistry, St Paul, MN.
- Pravilniku o metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, testenina i brzo smrznutih testa, "Sl. list SFRJ", br. 74/88.
- Pribiš, V., Filipović, N., Kaluđerski, G., Šarić, M., Paljan, V. (1997). Primena instrumentalnih metoda za objektivnu ocenu vizuelnih i kinestetičkih svojstava proizvoda na bazi žita. *Žito - hleb*, 24, 28-35.
- Prinz, J. F., Lucas, P. W. (1997). Saliva tannin interactions. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27, 991-994.
- Radovanović, R. (1996). Senzorna analiza i sistemi za upravljanje kvalitetom i obezbeđenje kvaliteta prehrambenih proizvoda. *Kvalitet*, 4, 38-41.
- Radovanović, R., Popov-Raljić, J. (2000/2001). Senzorna analiza prehrambenih proizvoda. Poljoprivredni fakultet, Beograd, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Beograd-Novu Sad.
- Raina, C. S., Singh, A. S., Bawa, A. S., Saxena, D. C. (2005). Textural characteristics of pasta made from rice flour supplemented with proteins and hydrocolloids. *Journal of Sensory Studies*, 36, 402 - 420.
- Resmini, P., Pagani, M. A. (1983). Ultrastructure studies of pasta. *Journal of Food Science*, 28, 385-389.
- Rohm, H. (1990). Consumer awareness of food texture in Austria. *Journal of Texture Studies*, 21, 363-373.
- Rohm, H., Jaros, D., Fischer, V., Lailach, S. (1994). Foods associated with descriptive texture terms. *LWT-Food Science and Technology*, 27, 406-414.

- Ruiz, M., Carrillo, J. M. (1995b). Separate effects on gluten strength of Gli-1 and Glu-3 prolamins genes on chromosomes 1 A and 1 B in durum wheat, *Journal of Cereal Science*, 21, 137–144.
- Schiffman, S., Musante, G., Conger, J. (1978). Application of multidimensional scaling to ratings of foods for obese and normal weight individuals. *Physiology and Behaviour*, 21, 417–422.
- Schutz, H. G., Wahl, O. L. (1981). Consumer perception of the relative importance of appearance flavor and texture to food acceptance. In Eds J. Solms, and R.C. Hall, *Criteria for Food Acceptance. How Man Chooses What He Eats*, (pp. 97–116). Foster Publishing Ltd, Zurich.
- Shama, F., Parkinson, C., Sherman P. (1973). Identification of stimuli controlling the sensory evaluation of viscosity. I. Non oral methods. *Journal of Texture Studies*, 4, 102–110.
- Sharma, S. (1996). Applied Multivariate Techniques. *John Wiley & Sons, Inc, USA*.
- Sherman, P. (1970). Industrial Rheology. Academic Press, New York.
- Sissons, M. J., Egan, N. E., Gianibelli, M. C. (2005). New insights the role of gluten of durum pasta quality using reconstitution method. *Cereal Chemistry*, 82, 601–608.
- Sissons, M. J., Egan, N. E., Gianibelli, M. C. (2005). New insights the role of gluten of durum pasta quality using reconstitution method. *Cereal Chemistry*, 82, 601–608.
- Skendžić, M. (2005). Optimalni parametri prerade durum pšenice. Mlinpek almanah, 6, 6 – 11.
- Smewing, J. (1997). Analyzing the texture of pasta for quality control, *Cereal Foods World*, 42, 8–12.
- Sözer, N., Dalgıç, A.C., Kaya, A. (2007). Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *Journal of Food Engineering*, 81, 476–484.
- Sözer, N., Kaya, A. (2003). Changes in cooking and textural properties of spaghetti cooked with different levels of salt in the cooking water. *Journal of Texture Studies*, 34, 381–390.
- Sözer, N., Kaya, A. (2007). The effect of cooking water composition on textural and cooking properties of spaghetti. *International Journal of Food Properties*, 11, 351–362.
- SRPS ISO 11036:2002. *Senzorske analize – Metodologija – Profil teksture*. Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- SRPS ISO 11037:2002. *Senzorske analize – Opšte uputstvo i metoda ispitivanja za ocenjivanje boje prehrambenih proizvoda*. Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- SRPS ISO 3972:2002. *Senzorske analize – Metodologija – Metoda utvrđivanja osjećaja ukusa*. Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- SRPS ISO 4121:2002. *Senzorske analize – Metodologija – Procjenjivanje prehrambenih proizvoda pomoću metoda skala*. Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.

- SRPS ISO 5492:2000. *Senzorske analize* – REČNIK. Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- SRPS ISO 5496:2002. *Senzorske analize* – Iniciranje i obuka ocenjivača u otkrivanju i prepoznavanju mirisa. Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- SRPS ISO 6658:2002. *Senzorske analize* – Metodologija – Opšte uputstvo. Savezni zavod za standardizaciju, Beograd
- SRPS ISO 8586-1:2002. *Senzorske analize* – Opšte uputstvo za odabir, obuku i praćenje ocenjivača – Deo 1: Odabrani ocenjivači. Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- Statistica* (v.9.0). (2009). StatSoft.
- Stone, H. H., Sidel, J. (1993). *Sensory Evaluation Practices*, Academic Press, Redwood City, CA.
- Stone, H. H., Sidel, J. (1998). Quantitative descriptive analysis: Developments, applications, and the future. *Food Technology*, 52, 48–52.
- Sung, W-C., Stone, M. 2003. Characterization of various wheatstarch in pasta development. *Journal of Marine Science and Technology*, 11, 61–69.
- Szczesniak, A. S. (1963a). Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 28, 385–389.
- Szczesniak, A. S. (1963b). Objective measurements of food texture. *Journal of Food Science*, 28, 410–420.
- Szczesniak, A. S. (1971). Consumer awareness of texture and of other food attributes.
- Szczesniak, A. S. (1972). Consumer awareness of and attitudes to food texture. II. Children and teenagers. *Journal of Texture Studies*, 3, 206–217.
- Szczesniak, A. S. (1979). Classification of mouthfeel characteristics of beverages. In Eds P. Sherman, *Food Rheology and Texture*, (pp. 1–20). Academic Press, New York.
- Szczesniak, A. S. (1990b). Texture: is it still an overlooked attribute? *Food Technology*, 9, 86–95.
- Szczesniak, A. S. (1995). Texture profile analysis – methodology interpretation clarified. *Journal of Food Science*, 60, vii. (Reprinted in *Journal of Texture Studie.*, 27, vi, 1996.)
- Szczesniak, A. S. (1997). Effect of storage on texture. In Eds I.A. Taub, and R.P. Singh, *Food Storage Stability*, (pp. 191–243). CRC Press, New York.
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 215–225.
- Szczesniak, A. S., Ilker, R. (1988). The meaning of textural characteristics – juiciness in plant food stuffs. *Journal of Texture Studies*, 19, 61–78.
- Szczesniak, A. S., Kahn, E. E. (1971). Consumer awareness of and attitudes to food texture I. Adults. *Journal of Texture Studies*, 2, 280–295.

- Szczesniak, A. S., Kleyn, D. H. (1963). Consumer awareness of texture and other foods attributes. *Food Technology*, 17, 74–77.
- Tang, C., Hsieh, F., Heymann, H., Huff, H.E. 1999. Analyzing and correlating instrumental and sensory data: A multivariate study of physical properties of cooked wheat noodles. *Journal of Food Quality*, 22, 193–211.
- Tenjović, L. 2002. Statistika u psihologiji (priručnik). Centar za primenjenu psihologiju Društva psihologa Srbije – drugo izdanje, Beograd.
- Texture Exponent 32 (v. 4.0.11.0). (2009). Stable Micro Systems Ltd.
- Trocchi, A., Borrelli, G. M., De Vita, P., Fares, C., Di Fonzo, N. (2000). Durum wheat quality: A multidisciplinary Concept. *Journal of Cereal Science*, 32, 99–113.
- Voisey, P. W. (1971b). The Ottawa texture measuring system. *Canadian Institute of Food Technology Journal*, 4, 91–103.
- Voisey, P. W., Larmond, E. (1973). Exploratory evaluation of instrumental technique for measuring some textural characteristics of cooked spaghetti. *Cereal Science Today*, 18, 126–143.
- Voisey, P. W., Nonnecke, I. L. (1972b). Measurement of pea tenderness. IV. Development and evaluation of the test cell. *Journal of Texture Studies*, 3, 459–477.
- Voisey, P. W., Nonnecke, I.L. (1972a). Measurement of pea tenderness. III. Field comparison of several methods of measurement. *Journal of Texture Studies*, 3, 329–358.
- Voisey, P. W., Wasik, R. J., Loughheed, T. C. (1978a). Measuring the texture of cooked spaghetti 2: Exploratory work on instrumental assessment of stickiness and its relationship to microstructure. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 11, 180–188.
- Voisey, P. W., Wasik, R. J., Loughheed, T. C. (1978b) Measuring the texture of cooked spaghetti, 1. Sensory and instrumental evaluation of firmness, *Canadian Institute of Food Science Technology Journal*, 11, 142–148.
- Voisey, P.W. (1971a). Modernization of texture instrumentation. *Journal of Texture Studies*, 2, 129–195.
- Vujaklija, M. (1972). Leksikon stranih reči i izraza. Prosveta, Beograd.
- Vukobratović, R. (1997). Senzorno ocenjivanje proizvoda na bazi žita. *Žito – hleb*, 24, 206–212.
- Vukobratović, R., Tešanović, D., Pestorić, M., Čupina, B. (2000). Quality evaluation on farms a step forward in milling-bakery and pasta industry, XIV International congress "Cereal read 2000". Book of proceedings, (pp. 19–23), Zavod za tehnologiju žita i brašna, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Walsh, D. E. (1971). Measuring spaghetti firmness. *Cereal Science Today*, 16, 202–209.
- Walsh, D. E., Ebeling, K. A., Dick, J. W. (1971). Measuring spaghetti firmness. *Cereal Science Today*, 16, 202–205.

- Warner, K. F. (1928). Progress report of the mechanical test for tenderness of meat. *Proceeding of The American Society of Animal Production*, 114–116.
- Wilkinson, C., Dijksterhuis, G. B., Minekus, M. (2000). From food structure to texture, *Trends in Food Science and Technology*, 11, 442–50.
- Winston, J. (1960). Evaluating the macaroni strenght of a spaghetti product by the use of a bending stress tester. *Macaroni Journal*, 42, 14–20.
- Wood, J. A. (2009). Texture, processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality. *Journal of Cereal Science*, 49, 128 – 133.
- Wood, J. A., Batey, I. L., Hare, R. A., Sissons, M. J. (2001). A comparison of Australian and imported spaghetti. *Food Australia*, 53, 349–354.
- Yoshikawa, S., Nishimaru, S., Tashiro, T., Yoshida, M. (1970a). Collection and classification of words for description and food texture. I. Collection of words. *Journal of Texture Studies*, 1, 437–442.
- Yoshikawa, S., Nishimaru, S., Tashiro, T., Yoshida, M. (1970b). Collection and classification of words for description of food texture. II. Texture profiles. *Journal of Texture Studies*, 1, 443–451.
- Yoshikawa, S., Nishimaru, S., Tashiro, T., Yoshida, M. (1970c). Collection and classification of words for description of food texture. III. Classification of multivariate analysis. *Journal of Texture Studies*, 1, 452–463.
- Zweifel, C., Handschin, S., Escher, F., Conde-Petit, B. (2003). Influence of high temperature drying on structural and textural properties of durum wheat pasta, *Cereal Chemistry*, 80, 159–67.



АНКЕТА ЗА ИЗБОР КАНДИДАТА

Датум анкетирања:

ОПШТЕ ИНФОРМАЦИЈЕ О КАНДИДАТУ

Име и презиме кандидата:		
Датум рођења:		
Мјесто рођења:		
Адреса становања са телефоном:		
Пол:	<input type="checkbox"/> мушко	<input type="checkbox"/> женско
Брачно стање:		
Број дјеце:		
Националност:		
Занимање:		
Године стажа:		
На којим пословима:		

ДОДАТНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ О КАНДИДАТУ

Да ли сте заинтересовани за учешће у сензорској оцјени хране?	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Да ли сте заинтересовани за провјеру способности Ваших чула?	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Да ли бисте учествовали у тестовима за избор, обуку, тренинг и провјеру оцењивача у оквиру Центра за сензорске анализе и науку о потрошачима у оквиру Института?	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Имате ли претходног искуства у сензорском оцењивању?	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
У случају позитивног одговора, навести која:		
Да ли сте алергични на неку врсту хране?	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
У случају позитивног одговора, навести на коју:		
Сматрате ли да је Ваше здравствено стање задовољавајуће:	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Да ли носите зубну протезу?	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Да ли носите наочаре?	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Да ли сте пушач?	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Да ли сте гравидни?	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Склоност према јелу:	<input type="checkbox"/> слано	<input type="checkbox"/> слатко
Омиљено пиће (навести):		
Омиљена боја (навести):		

НАПОМЕНА: Молимо Вас да пажљиво прочитате и попуните ову анкету уписивањем података или заокруживањем понуђених одговора. **ХВАЛА!!!**

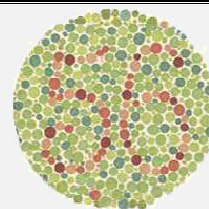


Институт за прехранбене технологије, Нови Сад

SeCoS



ISHIHARA ТЕСТ



КАНДИДАТ БРОЈ

Датум тестирања:

Име и презиме кандидата:

БРОЈ <i>ISHIHARA</i> ТЕСТА	ПРЕПОЗНАТИ БРОЈЕВИ СА ТЕСТА			
		1/1		1/2
	1/3		1/4	

Напомена:

Уписати број извученог *Ishihara* теста, као и препознате бројеве, означене ознакама: 1/1, 1/2, 1/3 и 1/4 на тесту!

ХВАЛА!!!



Институт за прехранбене технологије, Нови Сад

SeCoS

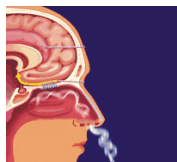

**ТЕСТ РАЗЛИКОВАЊА
НИВОА ИНТЕЗИТЕТА
ПОДРАЖАЈА ЗА БОЈЕ**


КАНДИДАТ БРОЈ

Датум тестирања:

Име и презиме кандидата:

Редослед интезитета	ШИФРЕ УЗОРАКА ЗА БОЈУ		
	црвена	жута	зелена
01-најмања концентрација			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10 - највећа концентрација			
Напомена:	Молимо Вас да понуђене растворе одговарајућих боја поређате у сталак са епруветама по интезитету, почев од најмањег ка највећем. Шифре са епрувета упишете у табелу изнад ове напомене.		
	ХВАЛА!!!		



ТЕСТ ОПИСНОГ ИЗРАЖАВАЊА МИРИСА

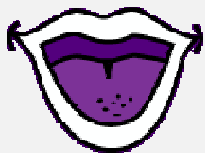


КАНДИДАТ БРОЈ

Датум тестирања:

Име и презиме кандидата:

Редни број	Шифра узорка	МИРИС (Наведите име мириса или асоцијацију на мирис описно ријечима)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
Напомена:	<p>Пред Вама су узорци различитих мириса. Пробајте их и у одговарајуће рубрике упишите ознаке узорака и своје утиске, тј. асоцијацију на мирис.</p> <p>Прије оцјене мириса, садржај у флашици промућкати!!! Хвала!!!</p>	



ТЕСТ РАЗЛИКОВАЊА НИВОА ИНТЕНЗИТЕТА ПОДРАЖАЈА



КАНДИДАТ БРОЈ

Датум тестирања:

Име и презиме кандидата:

ПРЕПОЗНАТИ МОДАЛИТЕТ УКУСА		1	2	3	4	5
шифра укуса:	назив укуса:	НАЈМАЊА КОНЦЕНТРАЦИЈА	→			НАЈВЕЋА КОНЦЕНТРАЦИЈА
ПРЕПОЗНАТИ МОДАЛИТЕТ УКУСА		1	2	3	4	5
шифра укуса:	назив укуса:	НАЈМАЊА КОНЦЕНТРАЦИЈА	→			НАЈВЕЋА КОНЦЕНТРАЦИЈА
ПРЕПОЗНАТИ МОДАЛИТЕТ УКУСА		1	2	3	4	5
шифра укуса:	назив укуса:	НАЈМАЊА КОНЦЕНТРАЦИЈА	→			НАЈВЕЋА КОНЦЕНТРАЦИЈА

Напомена:

Потребно је препознати модалитете укуса и процјенити сваки узорак према назначеном редоследу и ставити их у редослед пораста интензитета за препознати модалитет. Изволите написати бројеве ознака по растућим редосљедом у квадратиће који су за то предвиђени у горњој табели.

ХВАЛА!!!



ТЕСТ ОПИСНОГ ИЗРАЖАВАЊА ТЕКСТУРЕ

КАНДИДАТ БРОЈ

Датум тестирања:

Име и презиме кандидата:

Редни број	Ознака узорка (шифра)	ОПИС ТЕКСТУРЕ (Описати текстурна својства која се најчешће везују за производ)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Напомена:

Пред Вама су узорци производа различитих текстурних својстава. Посматрајте их, додирните (пробајте) и у одговарајуће рубрике упишите описно доживљену текстуру.

Хвала!!!

СЕНЗОРНА ОЦЈЕНА ШПАГЕТЕ					
ИМЕ И ПРЕЗИМЕ ОЦЈЕЊИВАЧА					
Потпис оцјењивача					
Датум оцјењивања		ШИФРА УЗОРКА		ШИФРА ОЦЈЕЊИВАЧА	
Вријеме оцјењивања					

* Заокружите број испред термина који у највећој мјери одговара Вашем суду о квалитету!

Задатак А:

СЕНЗОРНА ОЦЈЕНА СУШЕНОГ ОБЛИКА ШПАГЕТЕ	
ВИЗУЕЛНА ТЕХНИКА	
ИЗГЛЕД ПРОИЗВОДА	
Облик	
5 – правилан (уједначен) 4 – скоро правилан* 3 – примјетна одступања* 2 – јасно изражене грешке* 1 – јако изражене грешке* *навести опис неправилности:	
ИЗГЛЕД ПОВРШИНЕ	ИЗГЛЕД ПРЕСЈЕКА
Испуцалост	Структура пресјека
5 – није испуцала 4 – мало испуцала 3 – испуцала 2 – јако испуцала 1 – мраморирана	5 – изразито стаклава 4 – стаклава 3 – дјелимично стаклава 2 – дјелимично брашнава 1 – изразито брашнава
ПАЛПАТОРНА ТЕХНИКА	
Својства површине	Ломљивост
5 – изразито глатка 4 – глатка 3 – дјелимично храпава 2 – храпава 1 – изразито храпава	5 – одличне отпорности на лом 4 – врло добре отпорности на лом 3 – добре отпорности на лом 2 – лоше отпорности на лом 1 – изразито лоше отпорности на лом

Задатак Б:

СЕНЗОРНА ОЦЈЕНА КУВАНОГ ОБЛИКА ШПАГЕТЕ		
ВИЗУЕЛНА ТЕХНИКА		
ИЗГЛЕД ПРОИЗВОДА		
Изглед површине		
5 – није слузава 4 – незнатно слузава 3 – дјелимично слузава 2 – слузава 1 – изразито слузава		
ПАЛПАТОРНА ТЕХНИКА		
Својства површине	Еластичност	
5 – није љепљива 4 – незнатно љепљива 3 – дјелимично љепљива 2 – љепљива 1 – изразито љепљива	5 – одлична 4 – врло добра 3 – добра 2 – задовољавајућа 1 – лоша	
ГУСТАТОРНА ТЕХНИКА		
Тврдоћа	Жвакљивост	Адхезивност
5 – одлична 4 – врло добра 3 – добра 2 – задовољавајућа 1 – лоша	5 – одлична 4 – врло добра 3 – добра 2 – задовољавајућа 1 – незадовољавајућа	5 – одлична 4 – врло добра 3 – добра 2 – задовољавајућа 1 – незадовољавајућа

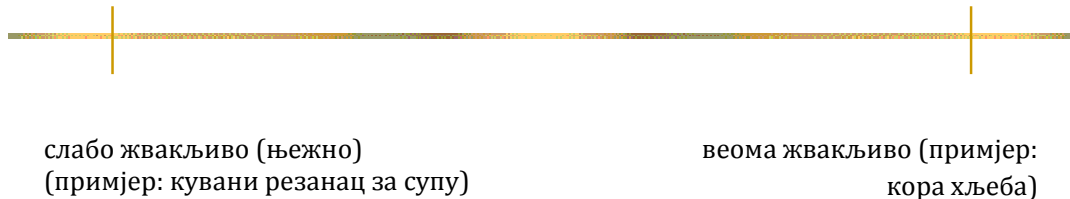
Задатак В:

На датој скали оцјенити наведено својство куване тјестенине означавањем растојања у распону од најмањег ка највећем интензитету:

1. **ТВРДОЋА:** Потребна сила да згњечи (деформише) шпагету између кутњака током првог залагаја. Узети нит (нити) куване шпагете, ставити је између кутњака и загристи!



2. **ЖВАКЉИВОСТ:** Ставити узорак (нити шпагета) у уста и мјерити вријеме или број жвакова потребних да се при константној сили редукује узорак на ниво спреман за гутање.



3. **АДХЕЗИВНОСТ:** Износ резултата прионљивости након жвакања узорака шпагета (сила потребна за уклањање узорака из уста). Ставити узорак у уста (нити шпагета) и нормално жвакати!



4. **ПОВРШИНСКА ЉЕПЉИВОСТ:** Потребна сила за одвајање нити шпагета од прстију или сљепљених међусобно. Ставити узорак шпагета (нити) између јагодица прстију и благо га притиснути!



Задатак Д:

Заокружите број испред термина који у највећој мјери одговара Вашем суду о квалитету:

5	Изузетно ми се допада
4	Нити ми се допада, нити ми се не допада
3	Умјерено ми се допада
2	Умјерено ми се не допада
1	Изузетно ми се не допада